



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

28
61

UTILIZACION DE MADERA EN LA CONSTRUCCION
DE CASAS DE INTERES SOCIAL.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :
LEOPOLDO DUEÑAS OLMEDO

ASESOR; ING, SERGIO A. LOPEZ MENDOZA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	1
CAP. I. CARACTERISTICAS DE LA MADERA PARA SU USO EN LA CONSTRUCCION DE CASAS	4
I.1 Características físicas	4
I.2 Características mecánicas	9
I.3 Defectos más comunes	11
I.4 Clasificación y esfuerzos permisibles	14
I.5 Madera laminada, contrachapada, tableros de fibras y tableros de particulas	24
I.6 Durabilidad de la madera	28
I.7 Conectores más usuales para madera	39
CAP. II. SISTEMAS DE PISOS Y CIMENTACIONES	50
II.1 Cimentación de concreto	50
II.2 Cimentación de mampostería	51
II.3 Cimentación de madera	52
II.4 Sistemas de pisos	55
II.5 Recubrimiento de los pisos de madera	63

	Pág.
CAP. III. VARIANTES EN TIPOS DE PAREDES	71
III.1 Diferentes tipos de estructuración	71
III.2 Revestimientos	80
CAP. IV. TECHOS USUALES DE MADERA O COMBINADOS CON OTRO MATERIAL	 86
IV.1 Estructura	86
IV.2 Cubierta	90
IV.3 Impermeabilización	94
IV.4 Plafones	102
IV.5 Ventilación	105
CAP. V. COMPARACION DE COSTOS ENTRE UNA CASA ECONO- MICA DE MAMPOSTERIA Y UNA CASA DE MADERA	 110
CONCLUSIONES	120
BIBLIOGRAFIA	124

INTRODUCCION

En los últimos años el problema habitacional se ha agudizado en forma alarmante en México, debido a dos causas fundamentales: el crecimiento demográfico tan acentuado y el aumento en los costos de construcción, sobresaliendo en forma importante el incremento en el costo de los materiales. Es fácil convencerse que la gran demanda de vivienda y el déficit de la misma se deben cubrir con todos los sistemas constructivos y los materiales al alcance. Existe necesidad de construir un número muy grande de viviendas y los insumos ya escasean en algunas zonas del país. Por tanto, la madera es una opción importante para resolver parte de esa escasez de materiales ya que hasta ahora sólo se ha aprovechado el 21% del potencial maderero.

La madera se ha empleado muy poco en México como material de construcción; se ha utilizado en cimentaciones piloteadas, cimbras, cuartos semipermanentes para habitación o campamentos, pero muy poco en obras permanentes. En México el 11% de las viviendas tienen techo y paredes de madera como material predominante. En cambio, en países como Estados Unidos el 90% de las casas habitación son de madera; el 83% de la población reside en viviendas de madera construidas.

con tecnología moderna, la cual ha desarrollado procesos científicos que aseguran su preservación de los agentes que la deterioran.

En esta época en que preocupan, por una parte la crisis de energéticos y minerales, y por otra, la progresiva contaminación ambiental, es evidente el interés en la madera como material de construcción, ya que implica menor consumo de energía y menor contaminación del aire y agua que los que caracterizan a la fabricación de acero, cemento, aluminio, ladrillos o tabiques y los plásticos. Ericksson estima que la producción de madera consume por tonelada 200 veces menos energía que el tabique, 30 veces menos que el concreto y 1200 veces menos que el acero. Debido a la ligereza de la madera se ahorran energéticos no sólo en los procesos de elaboración sino también en el transporte.

México posee 39 millones de hectáreas comerciales de madera, cantidad muy importante, ya que comparándola con países considerados como netamente exportadores resulta mayor; Suecia posee 27.5 millones de hectáreas de superficie forestal comercial y Finlandia 24 millones.

Los más importantes recursos madereros de México se encuen-

tran localizados en los estados de Chihuahua, Durango, Michoacán, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Estado de México y Puebla.

Para aprovechar la madera en forma adecuada existen varios obstáculos que se deben vencer: la explotación irracional de los bosques, deficiente infraestructura, conocimientos insuficientes acerca de sus características, falta de una clasificación y reglamentación adecuada para el uso estructural de la madera y condiciones desfavorables para el seguro de la vivienda construida con este material.

El objeto del presente estudio es presentar los principales procedimientos para la construcción de casas de madera y de esta forma ayudar al aprovechamiento de este recurso natural tan poco utilizado en México.

CAPITULO I

CARACTERISTICAS DE LA MADERA PARA SU USO EN LA CONSTRUCCION DE CASAS

I.1 Características físicas de la madera

La madera es un material celular compuesto de celulosa, lignina y pequeñas cantidades de otros materiales. Sus paredes celulares están hechas de celulosa, siendo unidas y endurecidas por la lignina. La madera está formada entre un 40 a 50% de celulosa, 20 a 35% de hemicelulosa y de 15 a 35% de lignina.

La mayoría de las células se encuentran orientadas con su eje mayor a lo largo del tronco, característica que se conoce como dirección de la fibra. Esto ocasiona que las propiedades de la madera varíen según la dirección que se considere, efecto conocido como anisotropía.

La madera contiene grandes cantidades de agua en su estado natural y normalmente es secada parcialmente antes de utilizarse en una estructura. Mediante este secado se logra mejorar sus características estructurales.

En la figura I.1 se puede apreciar la sección transversal - del tronco de un árbol, señalando sus diferentes partes.

Mediante los anillos de crecimiento se puede determinar la edad de los árboles.

El duramen está formado por células muertas que le dan un color más oscuro a la madera; en cambio la albura contiene células vivas que le proporcionan un color más claro. En cuanto a resistencia mecánica ambos son iguales, pero el duramen es menos permeable a líquidos y gases, además resiste mejor el ataque de los organismos destructores de la madera.

En general, la madera proviene principalmente de dos grupos de árboles, éstos son:

a) Las gimnospermas, comúnmente llamadas coníferas. A este grupo pertenecen la madera de pino, sabino, cedro blanco, oyamel, etc.

b) Angiospermas o latifoliadas (o de hojas caducas). En este grupo se encuentran la caoba, encino, cedro rojo, chicozapote, fresno, etc.

Densidad de la madera. La densidad de la madera se expresa como el peso de ésta por unidad de volumen. Se debe hacer referencia al contenido de humedad, ya que la misma madera con diferentes contenidos, tendrá diferentes valores de densidad. La densidad es un valor que varía de especie a especie e inclusive dentro del mismo árbol. Cuando se trata de hacer cálculos se puede tomar un valor de la densidad de la madera de 643 Kg / m³.

Contenido de humedad. Es la cantidad que posee una pieza de madera expresada como porcentaje de la masa de la pieza anhidra. La fórmula para obtener el contenido de humedad de la madera es la siguiente:

$$\text{Contenido de humedad de la madera en \%} = \frac{\text{Peso de la madera natural} - \text{Peso de la madera anhidra}}{\text{Peso de la madera anhidra}} \times 100$$

El peso de la madera anhidra es el peso de la madera ya seca.

Esta forma de obtener el contenido de humedad es tardada ya que requiere secar la madera. Existen aparatos portátiles con los cuales se puede medir directamente el contenido

de humedad. La base del funcionamiento de estos aparatos estriba en que toman en cuenta la resistencia de la madera al paso de la corriente eléctrica. La madera con un contenido de humedad mayor del 30% ofrece una resistencia 50 veces menor al paso de la corriente eléctrica que la madera con un contenido de humedad menor del 30%.

Contenido de humedad en equilibrio. La madera tiende a cambiar su contenido de humedad de acuerdo con las variaciones del medio ambiente; cuando llega a un equilibrio con éste, se dice que la madera tiene un contenido de humedad en equilibrio.

Punto de saturación de la fibra. Es la humedad que queda dentro de las paredes celulares y su valor varía del 18 al 34%. Este valor es importante ya que cuando se reduce la humedad abajo de este punto, la madera comienza a sufrir contracciones. En cambio, cuando se incrementa la humedad arriba de este punto la madera aumenta de volumen.

Secado. Se debe secar la madera en forma adecuada para evitar que se deteriore. Al secarla abajo de un contenido de humedad del 30% mejoran sus características de resistencia y rigidez. Se considera una pieza de madera seca, cuando

tiene un contenido de humedad uniforme, igual al 18% con tolerancia de $\pm 2\%$.

Hay dos maneras de secar la madera:

a) Secado al aire libre. Este método es lento y su rapidez y calidad dependen del clima de la región. Consiste en estibar la madera y dejarla secar bajo la acción del aire; se le puede colocar un techo encima como protección contra las posibles lluvias.

b) Secado en estufa. Se pueden controlar las condiciones de secado en forma precisa (temperatura y velocidad del aire); el tiempo de secado es más rápido y se puede llegar a contenidos de humedad más bajos.

Estabilidad dimensional. El cambio en el contenido de humedad es el principal agente que produce las variaciones en las dimensiones de la madera. Existen diferentes productos que ayudan a evitar la introducción del agua en la madera, entre los que se encuentran las pinturas, barnices, plásticos y repelentes al agua; estos productos tienen efecto a corto plazo. El polietilenglicol le da gran estabilidad dimensional a la madera pero es un producto caro.

El calor produce expansiones en la madera; en dirección paralela son mínimas, en cambio tangencial y transversalmente son de 10 a 15 veces mayores.

Conductividad térmica. La madera es un buen aislante térmico y tiene baja conductividad del calor; a mayor densidad, contenido de humedad y temperatura la conductividad térmica de la madera se incrementa.

Propiedades eléctricas. La madera es un excelente aislante eléctrico cuando se encuentra en estado seco, pero al aumentar su contenido de humedad, es mayor su conductividad eléctrica.

I.2 Características mecánicas de la madera

Las propiedades mecánicas de los árboles pueden variar debido a varios factores: genéticos, tipo de suelo, temperatura, exposición a las lluvias, etc.

Anisotropía. Las características de la madera son diferentes en su dirección paralela y perpendicular a la fibra.

Densidad. La densidad es el principal factor que determina

las características mecánicas de la madera; el valor de éstas es proporcional a su densidad.

Módulo de elasticidad. En las maderas mexicanas se considera un valor medio de $70\ 000\ \text{Kg/cm}^2$ y un mínimo de $40\ 000\ \text{Kg/cm}^2$.

Resistencia al choque. La madera tiene mayor resistencia a las cargas de impacto que a las estáticas; en condición verde absorbe mayores cargas de impacto que seca debido a su más alta capacidad de deformación.

Flujo. La madera incrementa su deformación al paso del tiempo cuando se le aplica una carga constante.

Dureza. El método más usual para determinar la dureza de la madera es el Janka. Consiste en la introducción de una esfera de acero en la madera hasta una cierta profundidad (la esfera de acero tiene un diámetro de 0.444 pulgadas y se introduce 0.222 pulgadas), midiendo la fuerza que es necesario aplicar se obtiene la dureza de la madera.

Temperatura. Cuando aumenta la temperatura de la madera por encima de la del medio ambiente, la resistencia disminu

ye; en cambio, cuando disminuye por debajo de la del medio ambiente, incrementa su resistencia.

Tensión paralela a la fibra, comprensión paralela a la fibra, comprensión perpendicular a la fibra y resistencia al esfuerzo cortante. La madera tiene un comportamiento elástico ante la acción de las cargas que producen estos efectos. Los valores de estos elementos mecánicos se verán en el tema de esfuerzos permisibles en la madera.

I.3 Defectos más comunes en la madera

Un defecto es cualquier irregularidad que afecta la resistencia o durabilidad de la madera. Los defectos pueden ser naturales o artificiales; los naturales son aquellos que se le forman al árbol cuando se encuentra en pie; los artificiales son los producidos durante el corte, secado, preservación, transporte, etc.

Nudos. Son porciones de ramas que quedan dentro del árbol. Cuando la rama permanece viva en el árbol el nudo está fijo, pero cuando la rama muere se forma un nudo flojo que reduce el área de la sección transversal. Los nudos producen una desviación local de las fibras, ocasionando una baja en la

resistencia de la madera ya que en dirección perpendicular a la fibra se tiene una menor resistencia que con respecto a la paralela.

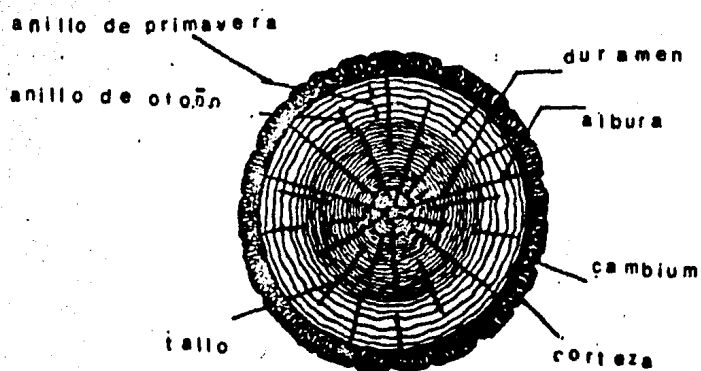
Desviación de la fibra. Esta es provocada por un mal corte efectuado en el árbol. Su valor se obtiene mediante la relación que existe entre un centímetro de desviación de la fibra con respecto al eje longitudinal de la pieza y la distancia en la cual ocurre la desviación.

Reventadura. Es la separación a lo largo del hilo, principalmente entre anillos anuales (Fig. I.2 a).

Grieta y alabeo. Estos defectos se originan durante el secado de la madera. Su magnitud depende del tamaño de la pieza, especie y precauciones tomadas durante el secado (Fig. I.2 b).

Rajadura. En general proviene del proceso de curado. Es una hendidura o separación longitudinal de la madera, atraviesa los anillos anuales (Fig. I.2 c).

Pudrición. Es la desintegración que se produce debido al efecto destructor de los hongos. La madera se hace blanda



Sección transversal del tronco de un árbol.

Fig. 1.1



Defectos en la madera.

Fig. 1.2

o esponjosa y se desmorona con facilidad.

Bolsas de resina. Son aberturas paralelas a los anillos anuales que contienen resina ya sea sólida o líquida.

Apanalamiento. Se produce durante el secado, cuando existe una diferencia de humedad entre el interior y el exterior; son pequeñas hoquedades que se forman dentro de la madera.

I.4 Clasificación y esfuerzos permisibles de la madera

Existen dos formas de clasificar la madera, la primera, que es la más utilizada actualmente es la visual y la segunda es la mecánica que está en proceso de desarrollo en los países más avanzados.

Clasificación visual. Esta requiere de un número importante de personal calificado para llevarla a cabo. En otros países se ha visto que la clasificación visual no es muy efectiva porque rechaza elementos que cumplen con los requisitos de resistencia y rigidez necesarios y por otro lado acepta un número pequeño de elementos que no cumplen con estas características.

Para la clasificación visual es importante tomar en consideración los diferentes defectos que posee la madera, ya que estudios efectuados en Estados Unidos y en otros países han demostrado que la resistencia de un elemento estructural de una especie dada, depende tanto de los nudos, de la inclinación de la fibra, de las fisuras y de otros defectos aparentes, menos importantes, así como de sus dimensiones y posición.

Clasificación mecánica. Utiliza maquinaria que lleva a cabo pruebas no destructivas en la madera. Se ha visto que existe una correlación entre la deformación que sufre la madera al aplicársele una carga y su resistencia. Esta característica se ha aprovechado, de tal manera que se hace pasar la madera sobre una máquina y se le aplican pequeñas cargas en ciertos tramos; se mide la deformación que sufre, con lo cual se puede predecir la resistencia de la madera. El inconveniente que existe es que no mide la repercusión que tienen los defectos sobre el cortante, además de que actualmente es costoso ese tipo de maquinaria.

En México se utiliza la clasificación visual de la madera; la norma oficial es la C 18 - 46 de la Secretaría de Industria y Comercio, pero cuenta con la desventaja de no consi-

derar el efecto de los defectos sobre la resistencia de la madera con lo que se pueden cometer grandes errores. En -- cambio en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal de 1977 se da un gran avance ya que toma en cuenta la influencia de estos de defectos sobre la madera.

A continuación se exponen las principales características - de algunos de los reglamentos utilizados en nuestro país:

Norma C 18 - 1946, expedida por la Dirección General de --
Normas de la Secretaría de Industria y Comercio

Estas disposiciones son aplicables a elementos estructura-- les de madera maciza de cualquier especie, cuya densidad re-- lativa sea superior a 0.35 la que se obtiene con base en su peso anhidro y volumen a un CH mayor de 30%.

El diseño de elementos estructurales no cubiertos por estas normas, como madera laminada, elementos en cajón, etc., de-- berá ser aprobado por el Departamento del Distrito Federal. En la tabla 1 aparecen los esfuerzos permisibles y los módu-- los de elasticidad de la madera clasificada de acuerdo a la Norma C 18 - 1946.

Cuando se use madera estructural en forma permanente, no se empleará con calidad inferior a la segunda.

Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal 1977

Los esfuerzos permisibles bajo estas normas aparecen en la Tabla 2; son válidos para todas las especies.

La clasificación se efectúa con las Tablas 3 y 4, además de las figuras I.3 y I.4.

Los esfuerzos permisibles de los dos reglamentos anteriores, podrán ser incrementados en las siguientes condiciones:

a) Cuando se tenga un contenido de humedad menor del 18% se podrá aumentar de la siguiente manera: 10% para flexión y - tensión, 20% para compresión paralela a la fibra y 50% para compresión normal a la fibra. El módulo de elasticidad se podrá incrementar 10%. A los elementos con sección mayor - de 15 X 15 cm no se les podrá hacer estos aumentos.

b) Para carga viva se incrementará el valor de los esfuer-- zos permisibles en un 15%; en caso de un sismo o viento en 50% y para condiciones de impacto un 100%.

TABLA 1 ESFUERZOS PERMISIBLES PARA ACCIONES PERMANENTES, CONDICION VERDE (CONTENIDO DE HUMEDAD IGUAL O SUPERIOR A 18%) CLASIFICACIONES SEGUN DGN G-18 - 1946.

Solicitación	Selecta	Primera	Segunda	Tercera
Flexión y tensión	80	60	30	20
Compresión paralela a la fibra	70	50	25	17
Compresión perpendicular a la fibra	14	14	9	7
Cortante paralelo a la fibra	14	14	7	5
Módulos de elasticidad medio	70	70	70	70
(x 10 ³) mínimo	40	40	40	40

TABLA 2 ESFUERZOS PERMISIBLES PARA ACCIONES PERMANENTES CONDICION VERDE (CONTENIDO DE HUMEDAD IGUAL O SUPERIOR A 18%) CLASIFICACION VISUAL SEGUN LAS NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION ESTRUCTURAS DE MADERA (DISEÑO Y CONSTRUCCION... 1977).

Solicitación	V-75	V-65	V-50	V-40
Flexión y tensión	80	70	50	40
Compresión paralela a la fibra	60	50	40	30
Compresión perpendicular a la fibra	12	12	11	11
Cortante paralelo a la fibra	11	9	7	6
Módulos de elasticidad medio	70	70	70	70
(x 10 ³) mínimo	40	40	40	40

TABLA 3 DIMENSIONES MAXIMAS PERMISIBLES DE LOS NUDOS PRESENTES EN UN ELEMENTO ESTRUCTURAL, EN CM

Dimensión nominal de la cara considerada	Nudos en el canto y en la zona central para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en compresión				Nudos en la zona de borde para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en tensión				
	cm (pulg)	V-40	V-50	V-65	V-75	V-40	V-50	V-65	V-75
2.5 (1)	2.0	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	-	-	
3.8 (1 1/2)	3.0	2.5	2.0	1.0	1.5	1.0	0.5	-	
5.0 (2)	3.5	3.0	2.0	1.5	2.0	1.5	1.0	0.5	
6.5 (2 1/2)	4.5	4.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	1.0	
7.5 (3)	5.0	4.5	3.0	2.0	3.0	2.5	1.5	1.0	
9.0 (3 1/2)	5.5	5.0	3.5	2.5	3.5	2.5	2.0	1.5	
10.0 (4)	6.5	6.0	4.0	3.0	3.5	3.0	2.0	1.5	
13.0 (5)	7.5	7.0	5.0	3.5	4.5	4.0	2.5	2.0	
15.0 (6)	9.0	8.0	6.0	4.0	5.5	5.0	3.0	2.5	
20.0 (8)	11.0	9.0	6.5	4.5	7.5	6.5	4.0	3.0	
25.5 (10)	13.0	10.0	7.0	5.0	9.5	8.0	5.0	3.5	
30.5 (12)	14.0	11.0	7.5	5.5	11.0	9.0	6.5	4.5	
35.5 (14)	15.0	12.0	8.0	6.0	12.5	10.0	7.0	4.5	

Notas:

1. Para otras medidas pueden hacerse interpolaciones lineales
2. La calidad V-100 correspondería a madera sin defectos
3. No se permitirá la presencia de dos o más nudos de dimensión máxima en un mismo tramo de 30 cm; además, la suma de las dimensiones de todos los nudos para dicho tramo no excederá al doble de la dimensión del nudo máximo.
4. Para elementos simplemente apoyados sujetos a flexión, las dimensiones máximas para los nudos en las zonas de canto y de borde fuera del tercio medio podrán incrementarse hasta un 100 por ciento en los extremos; para posiciones intermedias, el incremento será proporcional.

TABLA 4 LIMITACIONES A LOS DEFECTOS PARA CALIDADES V-75, V-65, V-50 Y V-40

TIPO DE DEFECTO	CALIDAD V-75	CALIDAD V-65	CALIDAD V-50	CALIDAD V-40
Velocidad de crecimiento (mínima)	16 anillos /5 cm	12 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm
Fisuras o grietas (máxima proyección sobre cada cara) y bolsas de resina	1/4 de la cara considerada	1/3 de la cara considerada	1/2 de la cara considerada	3/5 de la cara considerada
Desviación de la fibra (no mayor de)	1 en 14	1 en 11	1 en 8	1 en 6
Gema en cada cara (no mayor de)	1/8 de la cara considerada	1/8 de la cara considerada	1/4 de la cara considerada	1/4 de la cara considerada

c) En sistemas constructivos con espaciamiento de los elementos que soportan las cargas verticales, menor o igual a 60 cm, se podrán aumentar un 20% los esfuerzos permisibles.

Cuando la madera se someta a tratamientos por presión o temperatura se deberá reducir un 10% los esfuerzos permisibles.

Especificaciones para estructuras de madera de la Secretaría de Obras Públicas, 1968

Estas normas están basadas en las aplicadas en los Estados Unidos; se hicieron pruebas de laboratorio con varias especies del país. En la Tabla 5 aparecen los esfuerzos permisibles para varias especies de acuerdo con esta norma.

Existen criterios de calificación, clasificación y esfuerzos permisibles elaborados por el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB) y la Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco con la cooperación de varias empresas, que se publicaron en septiembre de 1983. Aún no tienen validez oficial, pero han sido eficaces a nivel experimental; se continúan los estudios para ver si son útiles a nivel comercial. Los esfuerzos permisibles propuestos son mayores a los que se están utilizando -

TABLA 5 ESFUERZOS PERMISIBLES SEGUN ESPECIFICACIONES SOP 196R.
ESTRUCTURAS EN AMBIENTE SECO BAJO CARGAS DE DURACION NORMAL (10 AÑOS).

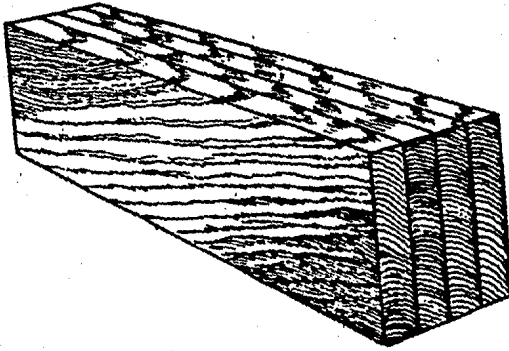
ESPECIE	Calidad	PARALELAMENTE A LA FIBRA				Comp. normal a la fibra	Módulo de elasticidad
		Flex.	Tens.	Comp.	Corts.		
Pino blanco (<i>P. arizonica</i>)	1a.	80	65	60	6.0	18.0	85 000
Pino Lacio (<i>P. michoacana</i>)	2a.	60	55	50	6.0	18.0	
Pino ayacahuite							
Pino prieto (<i>P. chihuahuana</i>) (<i>P. douglasiana</i>)							
Pino real (<i>P. engelmannii</i>) (<i>P. herreraii</i>) (<i>P. orizquillo</i>) (<i>P. lawsonii</i>)	1a. 2a.	90 70	75 65	70 60	8.0 9.0	20.0 20	90 000 90 000
Chalmita blanco (<i>P. montezumae</i>) (<i>P. pseudostrobus</i>) (<i>P. strobus chilapensis</i>)							
Cedre rojo o blanco							
Pino chino	1a.	100	85	80	9	20.0	100 000
Ocotillo chino (<i>P. leiophylla</i>) (<i>P. humboldtii</i>)	2a.	75	70	65	9	20.0	100 000
Pino blanco (<i>P. durangensis</i>)	1a.	110	90	85	9	25.0	100 000
Pinabete	2a.	85	78	70	9	25.0	100 000
Bari (<i>Cordia gerascanthus</i>)	1a. 2a.	130.0 100.0	110 95	100 80	10 10	30.0 30.0	110 000
Cocoite (<i>Cliricida sepium</i>)							
Dzalán (<i>Lysylova bobamensis</i>)	1a.	120.0	100	95	10	25.5	100 000
Guyacán (<i>Gumicium oficinale</i>)	2a.	90	85	75	10	25.5	
Jobo (<i>Spondias lutea</i>)							
Encino	1a. 2a.	120.0 90.0	100 85	95 75	10 10	25.0 25.5	100 000
Huapague (<i>Coccoloba guatemalensis</i>)	1a. 2a.	150.0 110.0	125.0 105.0	115 95	12 12	30.0 30.0	110 000
Zacatillo (<i>Frytholobylon ellipticum</i>)	1a. 2a.	135.0 100.0	110 95	100 80	10 10	25.0 25.0	110 000

actualmente, por lo que de adoptarse producirían un gran -- ahorro en las obras construídas con madera de pino ya que - se utilizarían secciones de menores dimensiones.

I.5 Madera laminada, contrachapada, tableros de fibras y ta
bлерos de partículas

Madera laminada. Está hecha de trozos unidos cara a cara - mediante un adhesivo con el grano de las caras adyacente pa
ralelo (Fig. I.5). Las piezas se hacen del espesor que uno
desea y sus laminaciones pueden variar en especie, número,
tamaño, forma y grosor.

Se puede utilizar trozos de buena calidad en los lugares -- donde se tendrán los mayores esfuerzos y donde sean menores pueden emplearse de una menor calidad, con el consiguiente ahorro. Para fabricar estas piezas generalmente se utiliza madera de pino; para su unión en interiores son empleados - pegamentos a base de caseína y uréa formaldehído. Para ex- teriores, donde el contenido de humedad sea mayor del 15%, los más usuales son los de fenolformaldehído, resorcinol - formaldehído y melamina - formaldehído que son a prueba de agua.



Madera laminada.
Fig. 1.5

Madera contrachapada. Generalmente se le conoce como triplay, palabra inglesa que significa tres hojas. Está formada por chapas unidas entre sí con un adhesivo, de tal manera que las fibras de las chapas adyacentes formen un ángulo de 90 grados entre sí y el número de éstas es impar. Se coloca una hoja central o núcleo y a cada lado se van colocando chapas similares y paralelas. Generalmente se utiliza madera de pino.

El grado de calidad de las chapas se designa mediante letras, siendo éstas: N, A, AR, B, C y D; la primera es la mejor y la última la de más baja calidad. Se puede tener por una cara un tipo y por la otra una diferente. De acuerdo a esto, las calidades más usuales en México son: A-B, A-C, A-D, B-D y C-D.

Existen tres tipos de triplay en cuanto a su resistencia a la humedad, estos son:

- a) el interior, con uréa formaldehído como adhesivo;
- b) el exterior, resistente al agua y a moderada exposición al intemperismo, se utilizan resinas fenólicas como adhesivo;
- c) triplay marino, a prueba de agua y gran resistencia a la intemperie.

El triplay posee la ventaja de reducir la anisotropía ya -- que tiende a igualar sus características a lo largo y ancho de la pieza. Se pueden utilizar clavos y tornillos más -- grandes y a menor distancia que en la madera sólida.

El triplay se emplea como diafragma rigidizante para resistir fuerzas laterales, como placa de unión en las armaduras o marcos, así como en los pisos y techos.

Tableros de fibras. Se fabrican con fibras obtenidas de la pulpa o pasta de madera, las cuales se someten a presión y temperatura. Los insumos se obtienen de los desperdicios de la industria forestal y de madera de calidad mediocre.

Los tableros de fibras se clasifican según su densidad en -- media de 400 a 800 Kg/m³, duros de 800 a 1200 Kg/m³ y los -- superduros de 1200 a 1450 Kg/m³.

Los tableros de fibras tienen características mecánicas -- iguales en sus diferentes direcciones. Mediante diversos -- tratamientos térmicos y de presión pueden proporcionárseles resistencia al fuego, humedad y acciones mecánicas.

Tableros de partículas. También se les denomina tableros -- aglomerados. Se fabrican con fragmentos pequeños de madera

natural (astillas, hojuelas, virutas, etc.), los cuales se unen con un adhesivo bajo determinadas condiciones de presión y temperatura. La diferencia con los tableros de fibras estriba en el estado físico de la madera utilizada en su fabricación y en que se usa un adhesivo en los tableros de partículas.

Estos tableros pueden ser de baja densidad (250 a 400 Kg/m³), de densidad media (400 a 800 Kg/m³) y de alta densidad (800 a 1200 Kg/m³).

Los tableros se consideran de propiedades isotrópicas, más estables dimensionalmente, absorben la humedad lentamente, son menos susceptibles a inflamarse con mayor resistencia al fuego y al ataque de hongos e insectos. Se ocupan más adecuadamente para cancelería, muros, muebles y sitios en los que no se apliquen grandes cargas.

I.6 Durabilidad de la madera

Efectos del intemperismo. La madera expuesta a la intemperie es dañada por factores tales como el viento, el fuego, los rayos solares, la lluvia, los cambios de temperatura y humedad.

Organismos que producen daños a la madera. Los principales son los hongos, insectos y taladradores marinos.

Los hongos pueden ser del grupo asomicetos causantes de la pudrición suave y blanda y los basidiomicetos que originan pudrición blanca y parda.

Los insectos que atacan la madera son entre otros, las termitas (subterráneas y de la madera seca), hormigas carpinteras, escarabajos de cabeza redonda y de cabeza plana.

Los taladradores marinos se dividen en tres grupos: moluscos, martesia y crustáceos.

Zonificación por riesgo a la pudrición. En México el clima es variable de una región a otra, por tanto el riesgo a la pudrición también cambia, ya que existe una relación íntima entre ambos. En climas húmedos se requiere mayor protección que en climas secos. No es recomendable utilizar un método de tratamiento uniforme a nivel nacional por inconveniencia económica.

En la figura I.6 se presenta un mapa indicador del riesgo a la pudrición. Se puede observar que existen zonas donde el

INDICE DE RIESGO A PUDRICION SOBRE EL SUELO

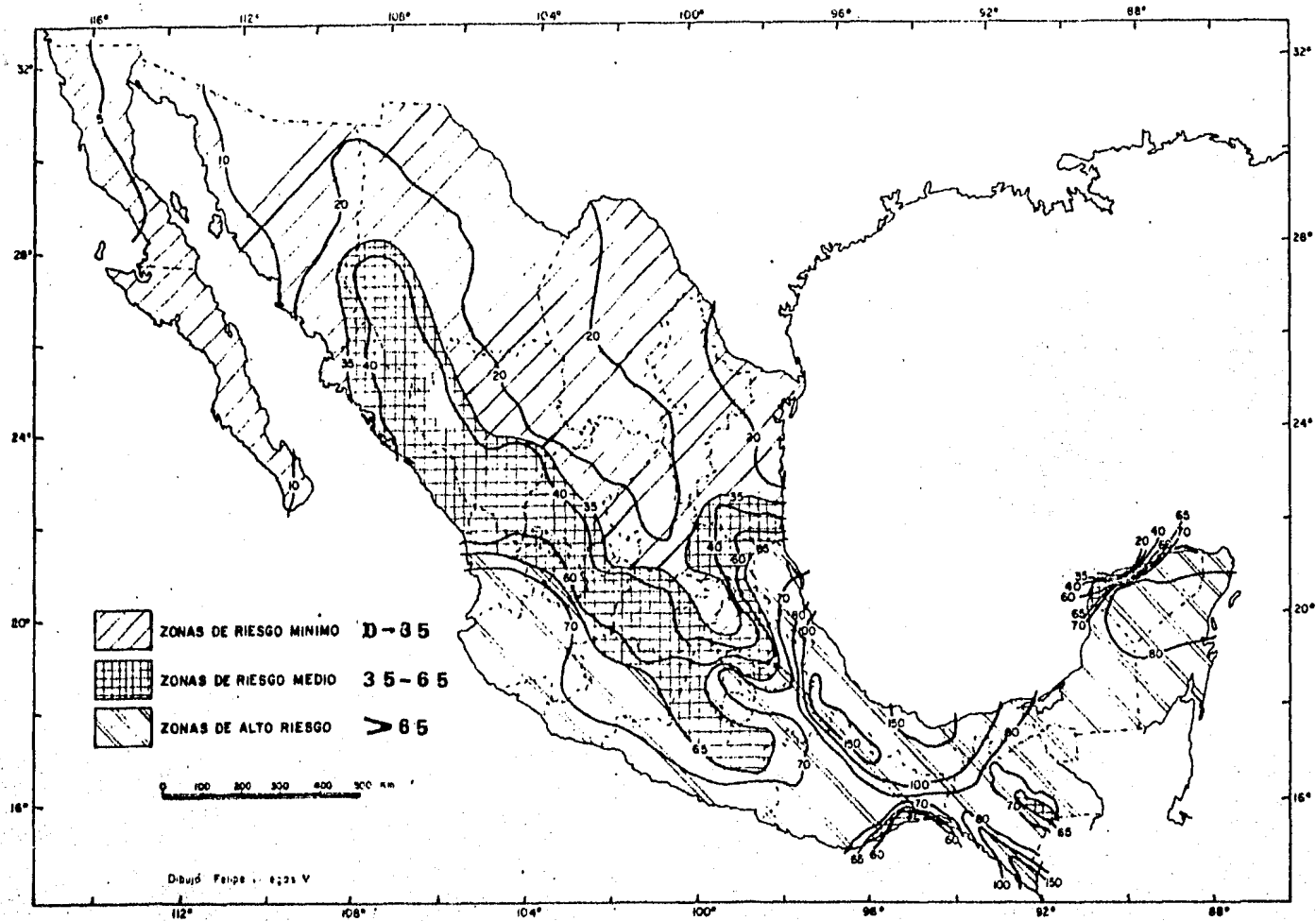


FIG. 1.6

riesgo es alto, en otras es medio y por último los lugares donde es mínimo.

En la Tabla 6 se dan los valores de riesgo a la pudrición de 54 localidades de la República Mexicana.

Finalmente, las Tablas 7, 8 y 9 recomiendan métodos de tratamiento para madera de pino, de acuerdo al riesgo a la pudrición que se tenga. Se considera que la madera en contacto directo con el suelo tiene un alto riesgo, no importando el clima en que se encuentre.

Principales métodos de tratamiento y protección de la madera. Se puede proteger de tres maneras diferentes:

- a) mediante diseños adecuados que eviten la acción de los agentes destructores.
- b) Utilizando maderas de una buena durabilidad natural.
- c) Protegiendo la madera mediante tratamientos adecuados.

Los métodos de tratamiento pueden consistir en aplicaciones con brocha, inmersiones o a presión por medio de autoclaves, siendo éstos los más eficaces pero también más complicados y caros.

TABLA 6.- Indices climáticos o de nivel de riesgo a la pudrición de 54 localidades de la República Mexicana.

Población	Indice Climático	Población	Indice Climático
Acapulco, Gro.	73.79	Mérida, Yuc.	92.15
Aguascalientes, Ags.	35.44	Monclova, Coah.	16.41
Campeche, Camp.	78.12	Monterrey, N. L.	38.68
Cd. Lerdo, Dgo.	18.42	Morelia, Mich.	69.08
Cd. Obregón, Son.	25.74	Oaxaca, Oax.	73.08
Coatzacoalcos, Ver.	169.16	Orizaba, Ver.	171.35
Colima, Col.	78.49	Pachuca, Hgo.	39.89
Comitán, Chis.	71.19	Piedras Negras, Coah.	21.64
Córdoba, Ver.	115.17	Progreso, Yuc.	16.09
Cozumel, Q. Roo	112.33	Puebla, Pue.	76.48
Culiacán, Sin.	48.95	Querétaro, Qro.	39.87
Chapingo, Mex.	63.85	Río Verde, S. L. P.	37.71
Chihuahua, Chih.	28.45	Salina Cruz, Oax.	51.44
Chilpancingo, Gro.	64.88	Saltillo, Coah.	22.05
Durango, Dgo.	42.94	San Cristobal Las Casas, Chis.	68.06
Ensenada, B. C.	1.57	San Luis Potosí, S. L. P.	23.93
Guadalajara, Jal.	77.38	Soto La Marina, Tams.	16.26
Guanajuato, Gto.	48.62	Tacubaya, D. F.	83.28
Guaymas, Son.	4.50	Tampico, Tams.	65.49
Hermosillo, Son.	18.11	Tapachula, Chis.	192.85
Huejucar, Jal.	47.01	Tepic, May.	76.70
Isla Guadalupe, B. C.	0.00	Tlaxcala, Tlax.	67.43
Jalapa, Ver.	130.91	Toluca, Méx.	66.28
La Paz, B. C.	8.93	Torreón, Coah.	5.59
León, Gto.	53.09	Tulancingo, Hgo.	55.82
Mazatlán, Sin.	43.70	Tuxtla Gutiérrez, Chis.	71.57
Manzanillo, Col.	70.13	Veracruz, Ver.	118.31

TABLA 7. Medidas de protección que se sugieren para componentes de madera de pino en interiores de estructuras en relación con el nivel de riesgo a la pudrición y a la distancia del suelo.

Componente	Riesgo Alto >65		Riesgo Medio 35-65		Riesgo Bajo <35	
	<20 cm	>20 cm	< 20 cm	>20 cm	< 20 cm	>20 cm
Durmientes en o sobre losa de concreto colada sobre el suelo	P	P	P	P	P	P
Pilares de madera sobre bases de concreto en espacio bajo piso	P	S	P	S	S	S
Ventanas de madera, bastidores, forros y pisos de cuartos de baño	P	P	P	P	P	P
Vigas apoyadas sobre cimientos de concreto o mampostería	P	S	P	S	S	S
Tabla base sobre losa de concreto colada sobre el suelo	P	P	P	P	P	P
Tabla base sobre cimientos de concreto o mampostería	P	N	P	N	N	N

P = Impregnar con preservadores de madera por medio de procesos a presión.

N = Impregnar con preservadores de madera por medio de procesos sin presión.

S = Usar madera seca (C. H. menor de 18%) sin añadir preservador.

TABLA 8.- Medidas de protección que se sugieren para componentes de madera de pino en extensiones de estructuras, en relación al nivel de riesgo a la pudrición y "volado" del techo.

Componente	Riesgo Alto (>65)		Riesgo Medio (35-65)	Riesgo Bajo (< 35)
	<60 cm	>60 cm	<60 cm	Cualesquier distancia
Porciones sujetas a cargas y expuestas a la intemperie	P	N	N	N
Forros	N	N	S	S
Marcos de ventanas y ventanas	N	N	N	S
Contraventanas	N	N	N	S

P = Impregnar con preservador de madera por medio de procesos a presión.

N = Impregnar con preservadores de madera por medio de procesos sin presión.

S = Usar madera seca (C.H. menor de 18%) sin añadir preservador.

TABLA 9.- Medidas de protección que se sugieren para componentes de madera de pino en exteriores de estructuras, sin el beneficio de techos voladizos, en relación al nivel de riesgo a la pudrición

Componente	Riesgo Alto >65	Riesgo Medio 35-65	Riesgo Bajo <35
Columnas (cocheras, terrazas)	P	P	P
Tablas (bardas, forros)	P	N	S
Entarimado y vigas de terrazas	P	N	S
Arcos expuestos	P	P	P
Vigas de techo expuestas	P	N	S
Orillas de cubiertas	P	N	S
Componentes de escaleras	P	N	S

P = Impregnar con preservador de madera por medio de procesos a presión.

N = Impregnar con preservadores de madera por medio de procesos sin presión.

S = Usar madera seca (C.H. menor de 18%) sin añadir preservador.

A continuación se presentan los métodos de tratamiento de mayor uso:

a) Impregnación de madera con azufre. Dietz y Moavenzadeh han encontrado que con este método la madera aumenta su resistencia mecánica, a la humedad, hongos, bacterias e insectos.

b) Creosota. Es uno de los mejores pero tiene olor y sabor desagradables, además no se puede pintar la madera. Es un derivado de la destilación del alquitrán de hulla y se aplica mediante presión. Se utiliza en los lugares donde no sea importante la apariencia.

c) Pentaclorofenol. Es un fenol clorado altamente tóxico, se aplica disuelto al 5% en un solvente orgánico. Tiene la ventaja de que se puede pintar la madera después de este tratamiento.

d) Sales hidrosolubles de cobre-cromo-arsénico (sales C.C.A.). Son preservadores efectivos, la madera puede ser pintada. Este método requiere que la madera se vuelva a secar.

e) Protección contra la humedad. Es necesario secar la ma-

dera y conservarla en ese estado. Para evitar la humedad - es recomendable una buena ventilación con la finalidad de - impedir condensaciones; también se pueden colocar barreras de vapor que eviten que éste llegue y perjudique la madera. Las barreras de vapor consisten en láminas de polietileno.

Es indispensable un buen sistema de abastecimiento de agua potable y drenaje para que no existan fugas perjudiciales. Existen productos repelentes al agua que se pueden aplicar a la madera.

f) Protección contra organismos. Se cuenta con especies de árboles muy resistentes, entre ellos el Puthé, Cedro Rojo y el Guanacastle.

El duramen del árbol es menos susceptible al ataque de organismos que la albura pero ésta acepta más fácilmente los -- tratamientos por impregnación.

La madera es el alimento de los hongos por lo que se debe - proteger mediante un tratamiento adecuado. El contenido de humedad será menor del 20%. La temperatura ideal para el - desarrollo de los hongos se encuentra entre los 20 y 30 gra - dos centígrados. Al no tener alguna de estas condiciones -

los hongos mueren.

Para controlar las termitas se envenena el suelo bajo la estrutura pero se causan problemas ecológicos. Existen escudos metálicos que se usan en la cimentación y tuberías con el fin de que las termitas no suban a la estructura. Estos escudos generalmente se fabrican con acero galvanizado o -- aluminio, colocándose con un ángulo de 45 grados en su parte lateral (Fig. I.7).

g) Protección contra el fuego. Se pueden utilizar extinguidores, hidratantes y sistemas de detección con rociadores - automáticos.

Los métodos de preservación de la madera no son compatibles con los retardantes del fuego. Los principales son las sales de amonia, fosfato mono y dibásico de amonia, bórax, -- ácido bórico y cloruro de zinc. El más eficaz es el fosfato de amonia. Sus efectos son reducir el incremento de temperatura, frenar el avance de las flamas y disminuir la destrucción de la madera en contacto con el fuego. Una estructura puede ser tratada en el exterior contra los organismos destructores y en el interior aplicarse retardantes del fuego.

h) Protección contra el intemperismo. Utilizando techos volados se evita el escurrimiento del agua, las altas temperaturas y los gradientes térmicos que son muy dañinos.

Se coloca una malla de alambre en el exterior y un aplanado de cemento para proteger contra la humedad y los rayos solares.

En el exterior se recurre a los tintes que resguardan la madera contra los rayos solares, hongos y humedad, a pesar de perder su coloración.

Finalmente, conviene aplicar acabados o recubrimientos superficiales tales como pinturas, barnices y lacas.

I.7 Conectores más usuales para madera

Los conectores más comunes están hechos de metal. Las características que deben poseer los elementos de unión son:

a) Adecuada resistencia y rigidez, b) Facilidad de fabricación y empleo; c) Aspecto aceptable y d) Bajo costo.

Clavos. Existen diferentes tipos según su uso, forma o mate

rial del cual son fabricados. En viviendas son el elemento más usual de unión. Se utilizan los de tipo estándar de una a seis pulgadas y el americano de una a ocho pulgadas. Se emplea alambre liso de acero de bajo carbono para su fabricación. Su adherencia se mejora mediante algún recubrimiento o formándole estrías.

Para lugares expuestos a la intemperie conviene usar clavos galvanizados, de bronce, cobre o aluminio. Los principales tipos de clavos se aprecian en la figura I.8. El clavo común de alambre (Fig. I.8a) se emplea en la construcción de casas de madera. El clavo sin cabeza (Fig. I.8b) se utiliza para trabajos de carpintería en interiores y exteriores.

Tachuela. Tiene una gran cabeza, longitud pequeña y es galvanizada (Fig. I.8c). Está diseñada para sostener materiales flexibles en azotea (como el cartón arenado) y resistir su exposición al intemperismo.

Tornillos. Requieren de mayor tiempo para su colocación y son más caros que los clavos pero tienen mayor poder de apriete. Se fabrican con acero, aluminio o bronce. Se designan de acuerdo al tipo de cabeza que tengan (Fig. I.9).

Se recomienda hacer una perforación en la madera antes de introducir el tornillo con la finalidad de reducir el daño provocado y para que penetre fácilmente con el desarmador (de paleta o de cruz, según el tipo de ranura que tenga el tornillo en su cabeza). El agujero gufa será de una longitud de un tercio a dos tercios de la del tornillo y más delgado.

Los tornillos varían en longitudes de 5/16" a 3" y tienen diversos diámetros.

Pijas. Son parecidas a los tornillos, sólo que mucho más largas y pesadas, miden hasta 12" y su diámetro varía de 1/2" a 1". Requieren un agujero gufa para su colocación. Se colocan con una llave de tuercas, su cabeza es cuadrada o hexagonal (Fig. I.10). Sirven para unir piezas de grandes dimensiones.

Taquetes. Se insertan en un agujero hecho previamente, por lo general en mampostería u otro material, con la finalidad de lograr que un clavo, tornillo o perno quede firmemente adherido al expandirse el taquete dentro del material con el cual se quiere lograr la unión (Fig. I.11). Se fabrican de madera, bronce, plástico y acero.

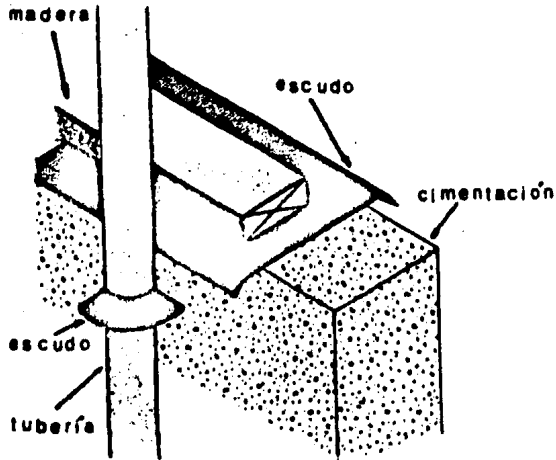
Pernos. Se emplean donde se requiera una unión muy fuerte o en partes que se van a estar desensamblando en forma continua. Su diámetro varía entre 1/4" a 3". Se emplean rondanas para no dañar la madera y permitir una mayor fuerza de apriete. Los pernos son de diferentes tipos (Fig. I.12).

Los pernos de coche o carruaje son de tres tipos: con el cuello cuadrado o común, de cuello de aleta y cuello nervurado. Tienen la cabeza redondeada. En el lado de la cabeza se le forma a la madera un hueco para que entre el cuello del perno, auxiliándose con un martillo.

Los pernos unen madera con madera y madera con metal. Su diámetro varía de 1/4" a 1" y su longitud de 3/4 a 20". Se coloca una rondana en la cabeza del perno para anular concentraciones de esfuerzos en la madera.

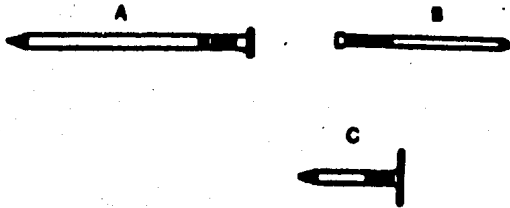
La cabeza de los pernos comunes puede ser cuadrada o hexagonal, su diámetro va de 1/4" a 3". Su longitud de rosca es pequeña en relación a la total.

Los pernos de ranura o estufa pueden ser de cabeza plana o redondeada. Se aplican para uniones de metal con metal, metal con madera o madera con madera.



Colocación de escudos metálicos en la cimentación y tuberías.

Fig. I.7



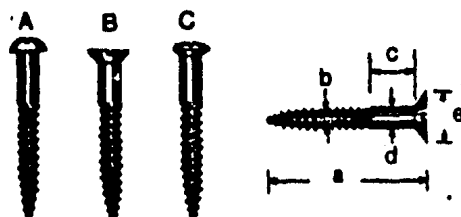
A.- común

B.- sincabeza

C.- tachuela

Tipos comunes de clavos.

Fig. I.8



A.-cabeza de gota. B.-cabeza plana.

C.-cabeza ovalada.

a.-longitud. b.-diámetro de la raíz.

c.-cuerpo. d.-diámetro del cuerpo.

e.-diámetro de la cabeza.

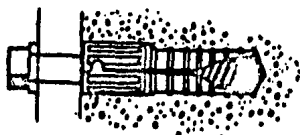
TORNILLOS PARA MADERA.

FIG. I.9



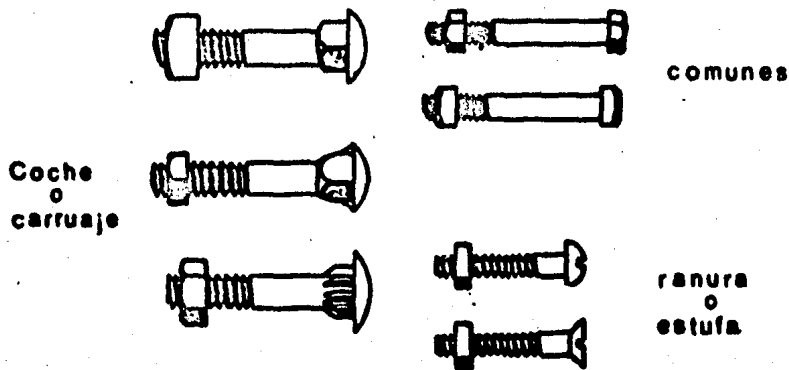
PIJAS.

FIG. I.10



Taquete.

Fig. I.11



Diferentes tipos de pernos.

Fig. I.12

Sujetador corrugado. (clavo judfo). Es fabricado con ho--
jas de metal con muescas en forma de dientes que sirven pa--
ra hacer uniones ligeras. Un lado es plano para poder in--
troducirlo (Fig. I.13). Su anchura puede variar de 5/8" a
1 1/8", mientras que su longitud va de 1/4" a 3/4".

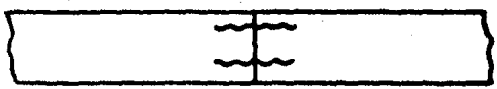
Placa multiclavo. Son placas metálicas con salientes inte--
grados que actúan como clavos. Son usados para fabricar ar--
maduras en forma industrial. Son colocadas mediante pren--
sas hidráulicas o herramientas especiales (Fig. I.14).

Anillos. Se colocan entre las caras en contacto de los ele--
mentos por unir. Se emplean donde son requeridas uniones -
con grandes cargas (Fig. I.15). Los anillos abiertos se --
adaptan a los cambios volumétricos por variaciones ambien--
ta les que ocurran.

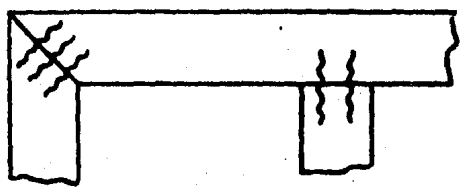
Adhesivos. Los pegamentos bien utilizados pueden formar --
uniones más resistentes que la misma madera. Estos pueden
ser naturales como la casefna o bien artificiales como es -
el caso de las resinas sintéticas. Requieren de cuidadosa
supervisión por lo que es recomendable su uso a nivel indus--
trial.



sujetadores

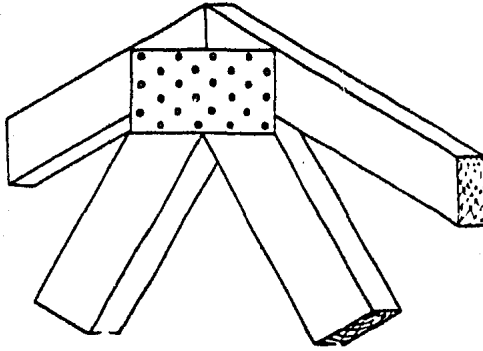


forma de colocarse



Sujetador corrugado.

Fig. 3.13



Placa multiclavo.

FIG. I. 14



Anillo abierto. Anillo dentado.

Anillos conectores.

FIG I. 15

La caseína se fabrica con leche en forma de polvo. Los mejores grados de caseína son resistentes al agua. La resina plástica puede ser en forma líquida o en polvo. Es durable y resistente al agua.

Se aconseja seguir las instrucciones del fabricante para obtener juntas que trabajen satisfactoriamente.

CAPITULO II

SISTEMAS DE PISOS Y CIMENTACIONES

La cimentación de una casa de madera es la parte más vulnerable al ataque de los organismos destructores, ya que al entrar en contacto directo con el suelo, las condiciones de humedad y temperatura, favorecen entre otros, el desarrollo de hongos y termitas.

Las cimentaciones de acuerdo al material utilizado son de concreto, mampostería (piedra o tabique) o de madera.

II.1 Cimentación de concreto

Este tipo de cimentación tiene la ventaja de que no es atacada por organismos destructores (Fig. II.1). Actualmente se está utilizando mucho en Estados Unidos. Antes de llevar a cabo el colado se hacen las preparaciones requeridas y otros detalles necesarios para dejarlas debidamente protegidas.

Las dimensiones de la cimentación y el armado empleado dependen de las características del suelo en el que se va a

desplantar y de la carga que se aplicará.

Si se utiliza piso de madera se dejarán huecos para apoyar las trabes (Fig. II.2); los huecos deben tener holgura, de tal manera que permitan la circulación de aire y los cambios volumétricos de la madera.

En el caso del piso de concreto, lo más recomendable es colarlo monolíticamente con la cimentación para que trabajen conjuntamente en forma adecuada.

En la figura II.3 se observa la colocación de un perno de anclaje que une la cimentación de concreto con la superestructura de madera; se coloca con una separación de 1.8 metros. El más comúnmente empleado tiene forma de L, en un extremo tiene rosca y el otro termina con un ángulo de 90 grados para lograr un buen anclaje. Se deja embebido en el concreto cuando todavía no ha fraguado.

II.2 Cimentación de mampostería

Este tipo de cimentación se emplea poco en la actualidad -- consecuencia de su escasa capacidad para resistir esfuerzos de tensión. Se construye con tabique o piedra, en la parte

superior se cuele una dala para ahogar los pernos de anclaje adecuadamente (Fig. II.4).

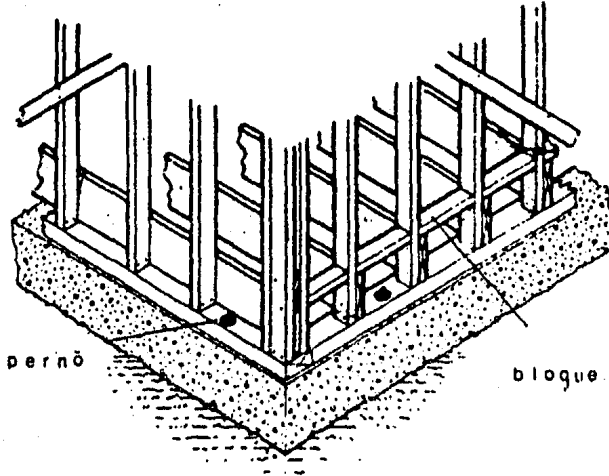
La cimentación de mampostería es empleada cuando se tienen cargas reducidas.

Las piedras se necesitan mojar antes de colocarlas para que no absorban el agua del mortero. Es importante cuatrapearlas perfectamente para un correcto amarre. Su mayor dimensión será perpendicular al eje de la cimentación procurando que las piedras grandes queden abajo y las pequeñas en la parte superior. Todas deben quedar sólidamente unidas con mortero; donde se requiera se meten cuñas de la misma piedra para no dejar huecos. Las juntas deben ser iguales o menores a 2.5 cm para una perfecta adherencia. Los tubos se protegen con cajas hechas con la misma piedra.

Las posibles fallas por esfuerzo cortante son eliminadas -- construyendo las caras con una inclinación mayor de 45 grados respecto a la horizontal, recomendándose de 60 grados.

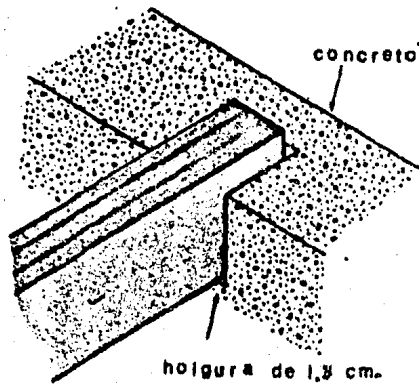
II.3 Cimentación de madera

Consiste en hincar postes en el suelo en vez de apoyarlos -



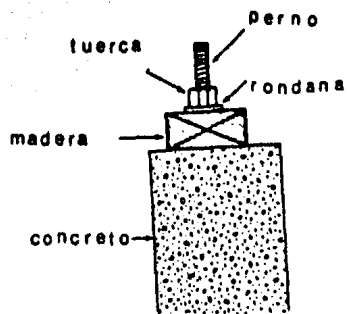
Cimentaci6n de concreto.

Fig. II.1



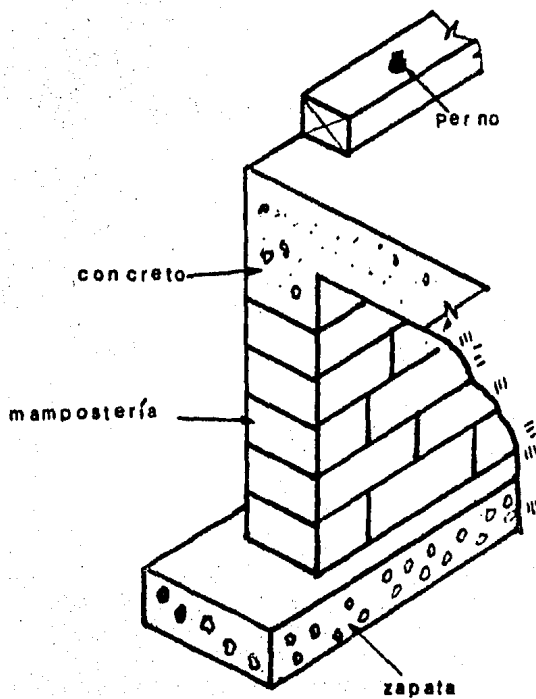
Hueco para trabe de piso.

Fig. II.2



Perno de anclaje

Fig. II.3



Cimentación de mampostería.

Fig. II.4

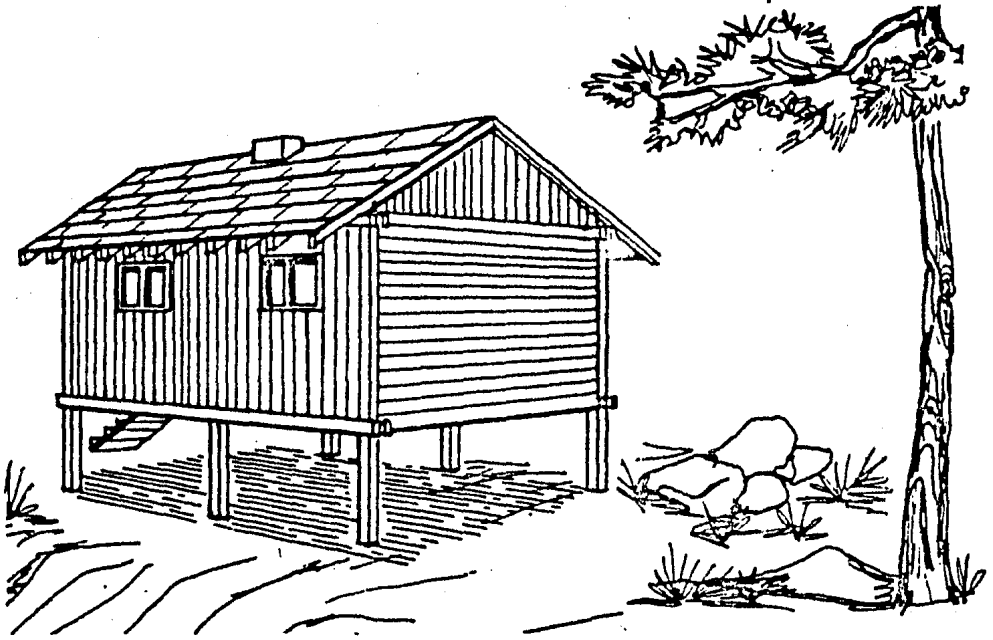
sobre una base o cimiento. Los postes tienen la función de cimentación y superestructura simultáneamente. Su empotramiento en el suelo le da gran estabilidad ante la acción de fuerzas laterales (Fig. II.5). Este sistema es muy útil en terreno accidentado o de relleno. Permite elevar el nivel del piso con respecto al suelo a bajo costo. Es recomendable esta cimentación para viviendas rurales.

Se pone especial cuidado en el tratamiento adecuado de los postes enterrados en el suelo para evitar su deterioro (Fig. II.6), lográndose así una duración mínima de 50 años.

II.4 Sistemas de piso

Los materiales más usuales son el concreto, la madera y el acero combinado con los dos anteriores. Se aconseja emplear madera con un contenido de humedad comprendido en un rango entre el 15 y el 19%. Este sistema está estrechamente ligado al tipo de estructuración; en Estados Unidos se utilizan tres sistemas estructurales: plataforma, globo y de poste y viga (Fig. II.7).

Los elementos que forman el piso de madera son travesaños, vigas, puenteo, cabezales y el subpiso (Fig. II.8).



CIMENTACION DE MADERA.
FIG. II.5

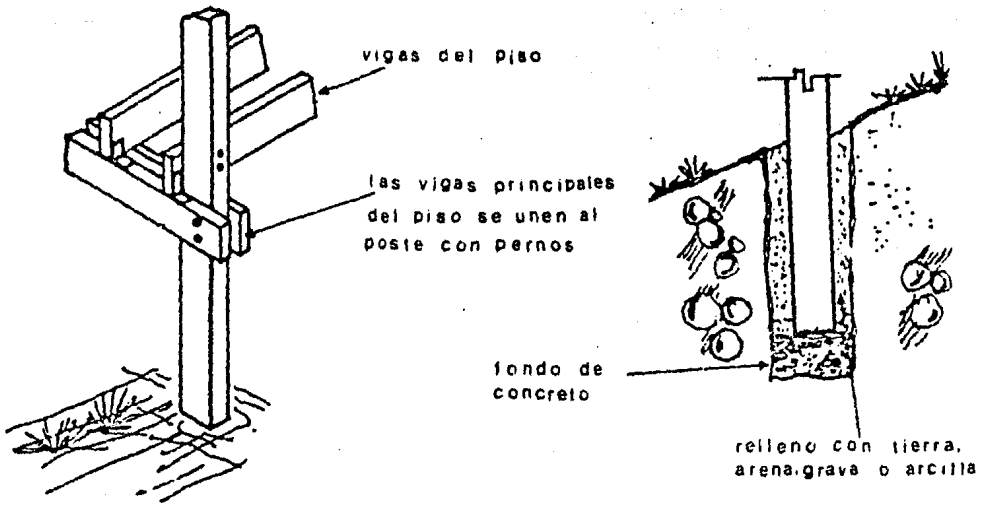
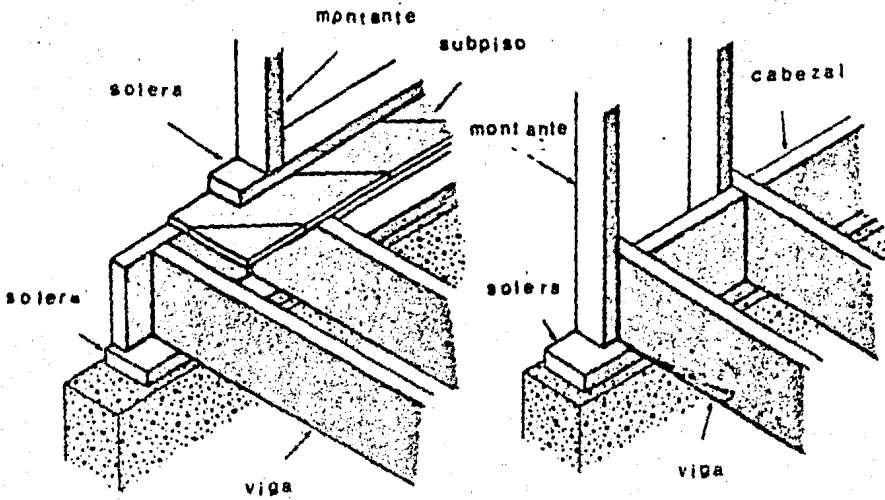


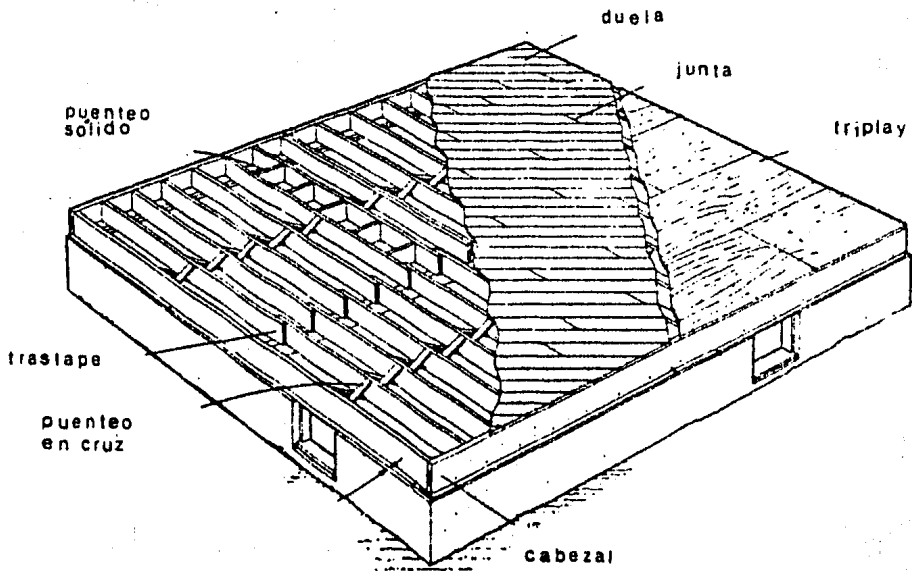
Fig. II.6



Estructura de plataforma.

Estructura de globo.

Fig. II.7



Estructura de piso de madera.

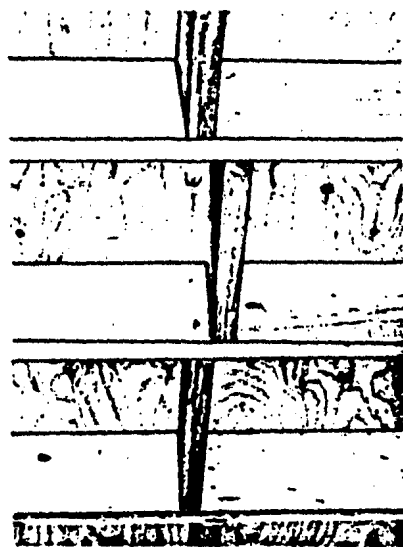
FIG. II.8

Con la finalidad de que la madera conserve un buen contenido de humedad se dejan huecos que permitan la ventilación. La madera debe estar bien tratada ya que esta zona es la más expuesta a sufrir daños, tanto por su constante uso como por la exposición a la humedad y a los organismos destructores.

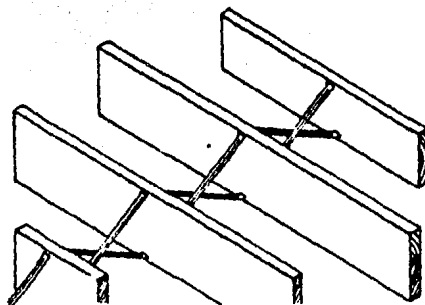
El sistema de puenteo tiene la función de incrementar la resistencia del piso y disminuir deformaciones que se presentan. Este sistema es de dos tipos, en forma de cruz y sólido (Fig. II.9).

El subpiso es colocado sobre las vigas y trabes con el propósito de obtener resistencia contra la acción de las fuerzas laterales, dar apoyo a los muros y sostener el revestimiento del piso. Puede ser de duela o de triplay.

La duela se coloca perpendicular o diagonalmente a las trabes y vigas de apoyo; cuando sea perpendicularmente el recubrimiento estará en ángulo recto con el sistema de apoyo y cuando sea en forma diagonal será indistinta su orientación, produciéndose un efecto de contraventeo. Las duelas deben ser machihembradas y se clavan para que formen una estructura resistente, trabajando en conjunto porque de lo contra--



sólido



en cruz

Punteo de piso de madera.

Fig.II.9

rio cada una actuaría en forma independiente y se hundirían al aplicarse la carga. La duela tendrá un espesor igual o mayor a 1.9 cm y con un ancho no mayor de 20 cm.

En los pisos se usa el triplay por su facilidad y rapidez de colocación (Fig. II.10). Las grandes hojas reducen el tiempo de instalación proporcionando una superficie fuerte; su espesor depende de la carga que se vaya a aplicar y del sistema de apoyo. Su mayor dimensión va perpendicular a las vigas de apoyo y en forma cuatrapeada logrando que trabajen en forma adecuada estructuralmente.

Se coloca el triplay con su mejor cara hacia arriba, dejando una holgura de 1.5 mm en los traslapes de las hojas y 3 mm en los bordes; en lugares húmedos se deja el doble, permitiendo a las hojas moverse libremente cuando varíen sus dimensiones por la humedad o temperatura. Se utilizan clavos de 5 cm de largo para triplay de 12.5 mm de espesor y clavos de 6.3 cm de largo en hojas de 16 y 19 mm. Es conveniente una separación de 15 cm entre clavos en el perímetro y de 25 cm en las juntas de las hojas para una buena resistencia.

En algunas ocasiones se tienen pisos con claros grandes y

son necesarias trabes intermedias para apoyar las vigas y disminuir deformaciones que se pudieran presentar (Fig. II.11). Los traslapes de las vigas serán de 10 cm por lo menos para obtener la resistencia y continuidad requeridas.

En lugares donde haya grandes cargas o claros se emplean vigas dobles, como ejemplo se puede citar la zona del baño y en las vigas de remate sobre las que se vaya a construir el piso (Fig. II.12).

En ocasiones se hacen recortes y agujeros para colocar las instalaciones que se considera no afectan en forma importante la resistencia de la estructura, como se muestra en la figura II.13.

Cuando se emplee piso de concreto se cuela monolíticamente con la cimentación de manera que trabaje como diafragma, -- ayudando a absorber el efecto de las fuerzas laterales. Actualmente se está aplicando mucho este sistema de piso por su gran durabilidad.

En regiones sumamente frías se coloca una barrera de vapor (lámina de polietileno) debajo de la losa de concreto para evitar condensaciones debidas a la humedad del suelo (Fig.

II.14).

Debe existir un desnivel mínimo de 20 cm entre el nivel del suelo y la madera como protección.

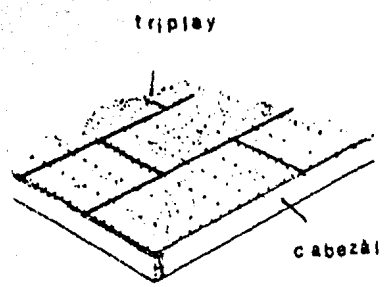
Se hacen las preparaciones necesarias para las instalaciones que se vayan a requerir.

II.5 Recubrimiento de los pisos de madera

Los pisos son zonas sujetas a un desgaste intenso por su uso. Sus cualidades principales son: belleza, buena estabilidad dimensional, acabado agradable, cómodos, seguros para caminar y que necesiten escaso mantenimiento.

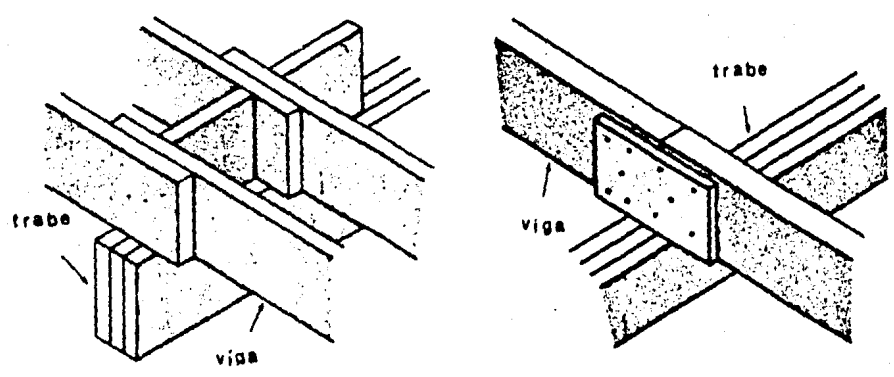
En partes de la casa como la cocina, el baño y el cuarto de lavar, donde la humedad puede ocasionar problema, se acostumbra recubrimientos que no sufran daños con el agua.

El piso se instala después de colocadas las instalaciones, repellido, pintado y techo para que no sufra daños o manchas. Las formas comerciales más comunes son la duela, el tablón y el adoquín.



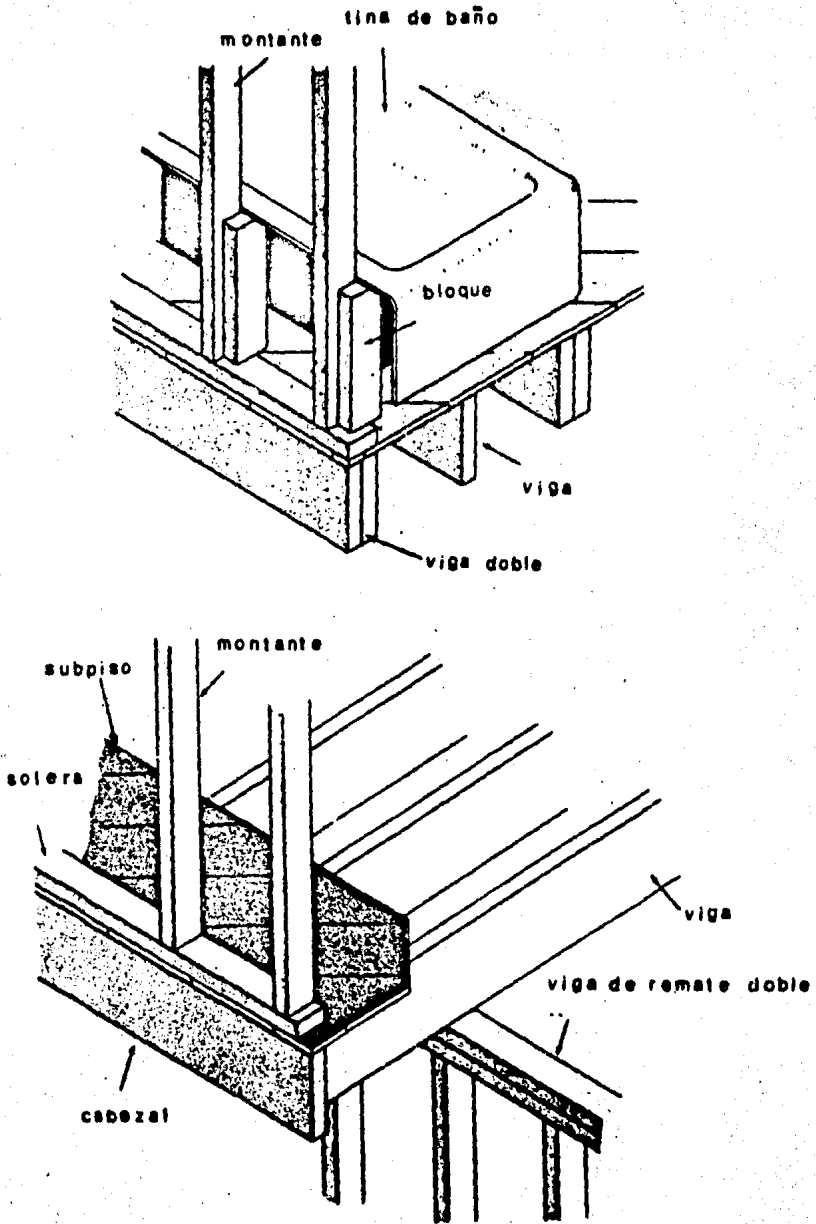
Triplay en piso.

Fig. II.10



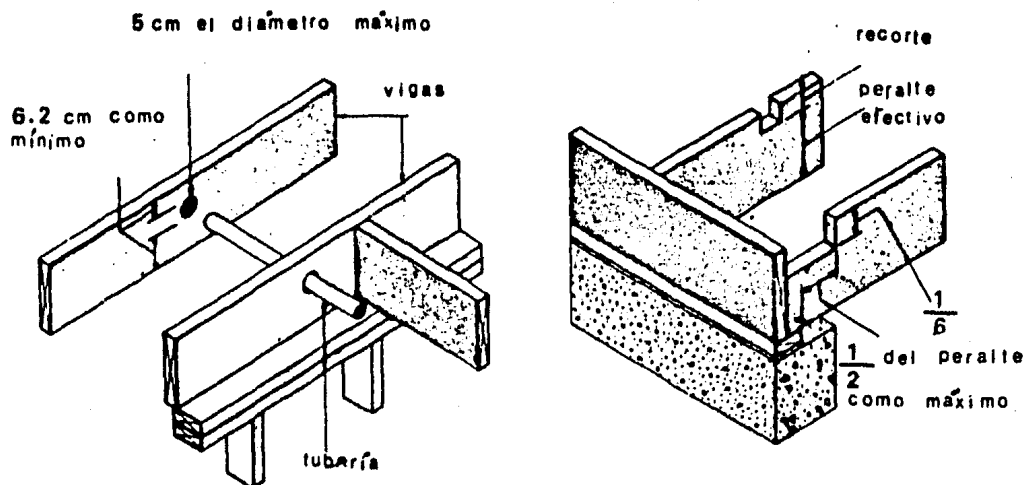
Apoyo de una viga en una trabe.

Fig. II.11

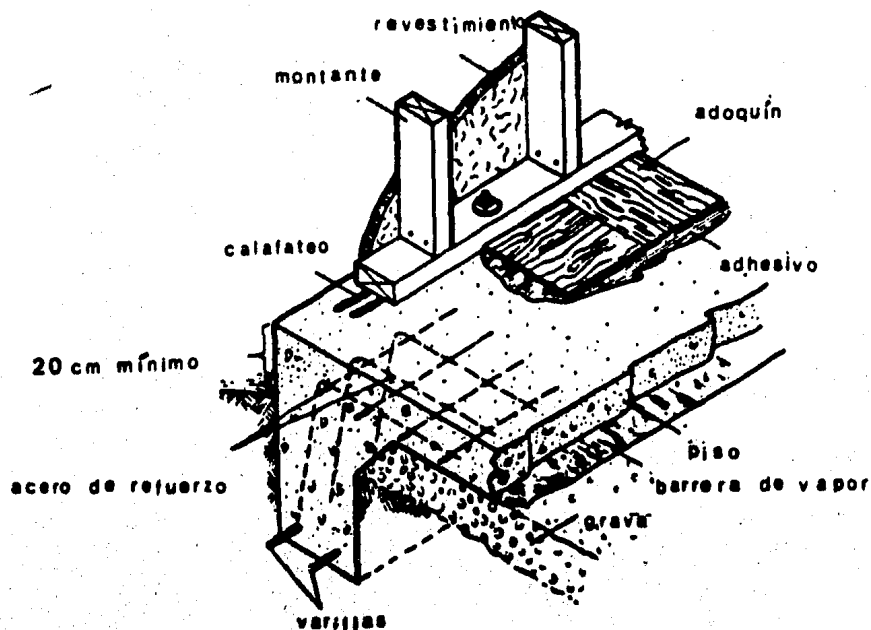


Vigas dobles.

Fig. II.12



Recortes y agujeros permisibles.
Fig. II.13



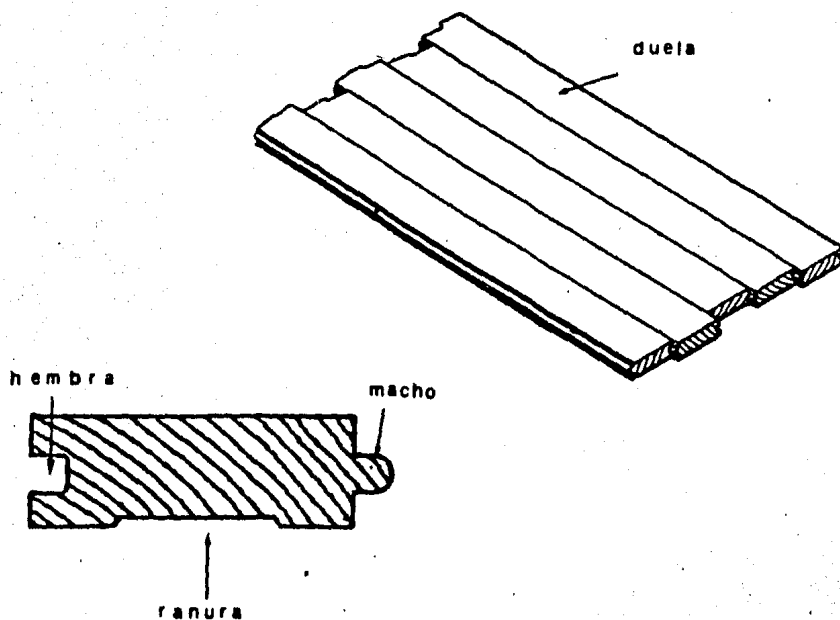
piso de concreto.

Fig. II.14

Las duelas vienen en varias medidas; deben ser machihembradas, de tal manera que trabajen en conjunto; tendrán una o varias ranuras en la parte inferior para que asienten perfectamente y proporcionen mayor estabilidad (Fig. II.15). Es necesario almacenarlas con cuidado para protegerlas del sol, la lluvia, el viento, la humedad, los insectos y parásitos.

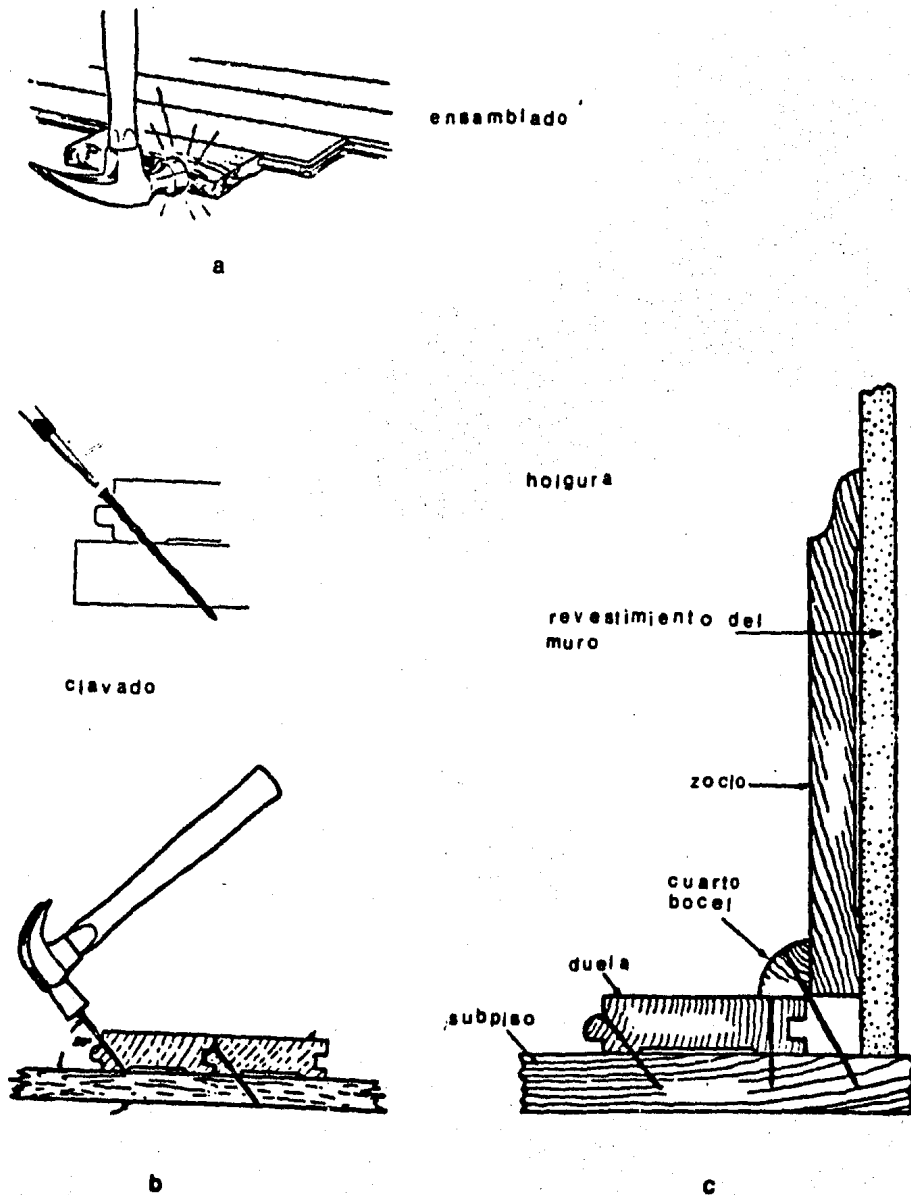
Quando el subpiso no sea de triplay el cartón negro va encima con la finalidad de que la humedad no afecte adversamente el recubrimiento.

La duela se ensambla mediante un trozo de ésta de tal forma que no se dañe al emplear el martillo (Fig. II.16a). Los clavos penetran con un ángulo aproximado de 50 grados con respecto a la horizontal con un punzón (Fig. II.16b). En los lugares adyacentes a las paredes se deja una holgura de 1.3 cm que permita las expansiones que se presenten. Se cubre este hueco con un cuarto bocel y se clava un zoclo para facilitar la limpieza (Fig. II.16c). La medida de los clavos será dos veces y media el espesor de la duela, de preferencia corrugados y colocados a una separación de 25 a 30 cm.



Sección y ensamblado de duelas machihembradas.

Fig. II-15



Colocación de la duela.

FIG. II.16

Los tablonos tienen ensambles machihembrados o de lengüeta; se clavan directamente a las vigas de apoyo. Cada elemento cubre más de dos claros para obtener continuidad disminuyendo con esto las deformaciones.

El parket se fabrica a partir de la duela o el tablón cortando trozos de una longitud múltiplo de su ancho. Para uso común lleva un espesor de 1.9 cm y su ancho oscila entre 7.5 cm y 15 cm. Se clava y pega para que no rechine ni se afloje. Junto a la pared hay una holgura que permite expansiones.

El adoquín es obtenido del pino o encino; necesita un buen tratamiento que permita una larga duración. Es un buen aislante térmico, reduce vibraciones, el ruido y es fácil de reparar. Las piezas se colocan cuatrapeadas sobre una capa de pegamento y se clavan. Se aplica pegamento caliente dos veces para rellenar las juntas y al final se lava con agua que no contenga ningún tipo de detergente.

CAPITULO III

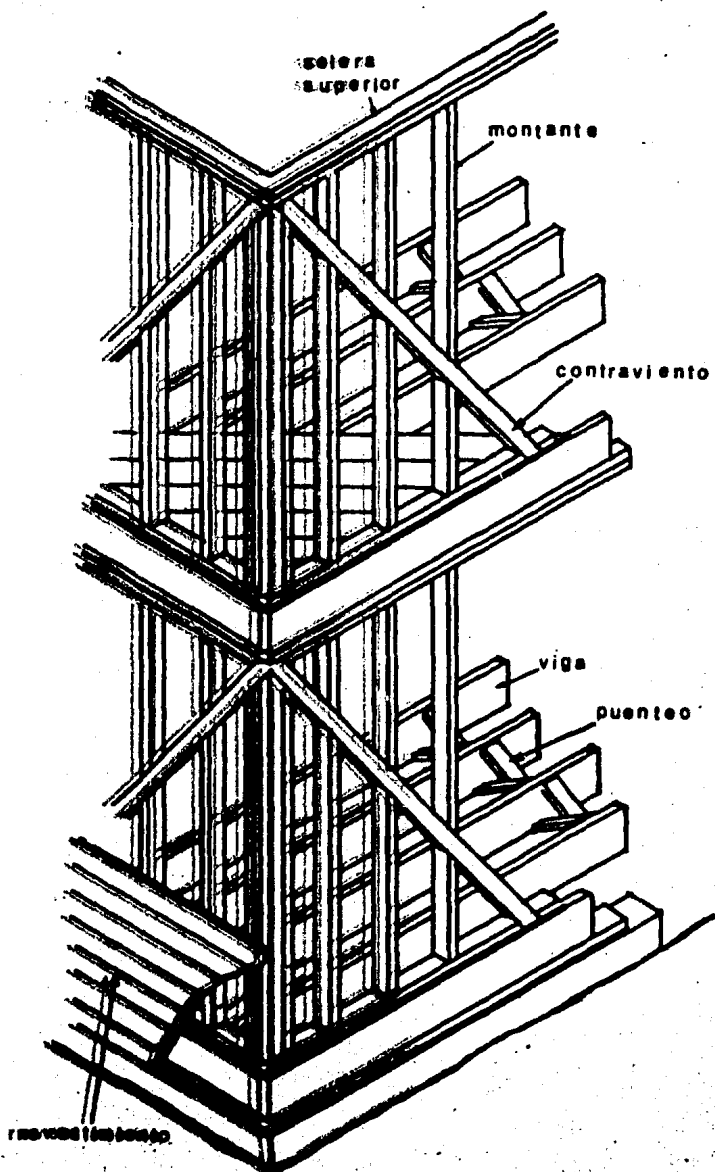
VARIANTES EN TIPOS DE PAREDES

III.1 Diferentes tipos de estructuración

Para la construcción de casas de madera existen tres tipos de estructuración, básicamente: estructura de plataforma, de globo y de poste y viga.

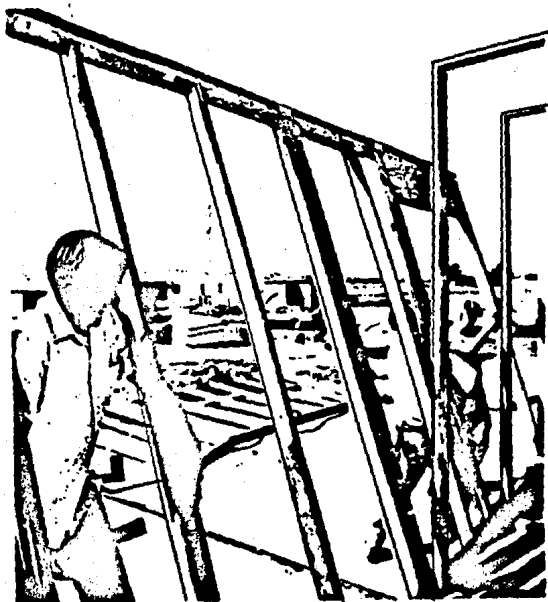
Estructura de plataforma. Utiliza elementos de tamaño estándar, generalmente secciones de 5 X 10 cm, con una separación de 30, 40 ó 60 cm normalmente. Estos muros tienen poca masa y actúan como diafragmas haciendo que tengan una gran resistencia a las fuerzas laterales. Sus elementos tienen una altura igual a la de un nivel y encima se puede colocar otra estructura similar (Fig. III.1). Se facilita esta estructura para ser armada en módulos que luego se montan en su lugar, logrando rapidez en la construcción (Fig. III.2).

Estructura de globo. Los montantes son continuos y van de la cimentación hasta el techo del primer nivel. Las separaciones de los montantes son iguales a las de estructura de



Estructura de plataforma.

Fig. III.31



Colocación de estructura de muro.

FIG. III.2

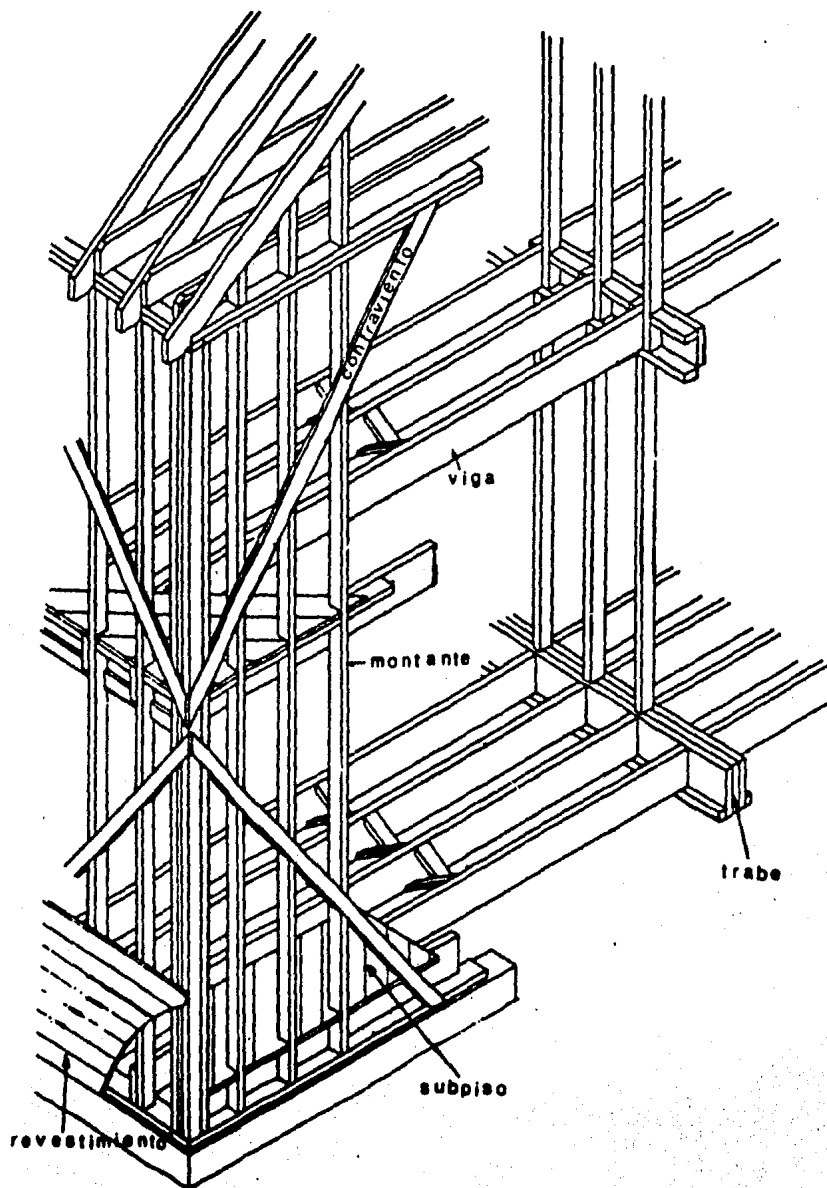
plataforma (Fig. III.3). Esta estructura es más ligera que la de plataforma, de allí su denominación.

Estructura de poste y viga. Tiene una cantidad menor de elementos pero más robustos que los otros dos tipos anteriores (Fig. III.4). Las secciones más usadas de los postes son de 10 X 10 cm con una separación que varía entre 1.20 y 2.40 m. En lugares donde haya grandes cargas concentradas se debe reforzar la estructura. El recubrimiento de las paredes sirve como contraventeo para ayudar a resistir las fuerzas laterales.

La estructura de una pared de madera consta de solera inferior, montantes, solera superior, cabezales, montantes recortados, contramarcos y pretil (Fig. III.5).

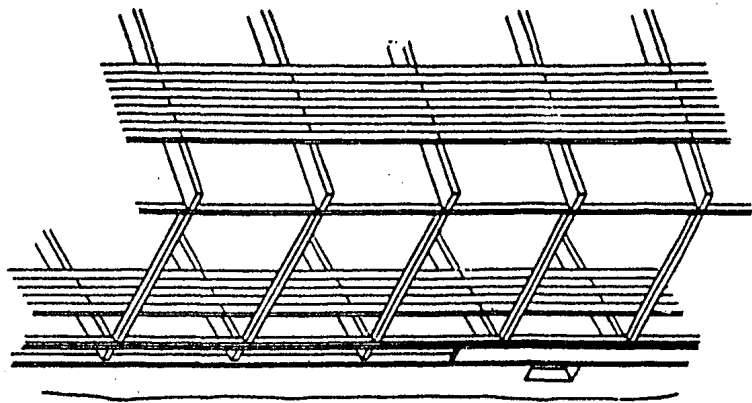
La solera inferior es el elemento más bajo del muro y sostiene los montantes, en ella se marca la localización de los diferentes elementos con el fin de facilitar su armado; cada elemento es marcado de acuerdo a una cierta nomenclatura para evitar confusiones.

Los huecos de las puertas y ventanas no deben alterar la modulación de los montantes, previéndose una holgura adecuada



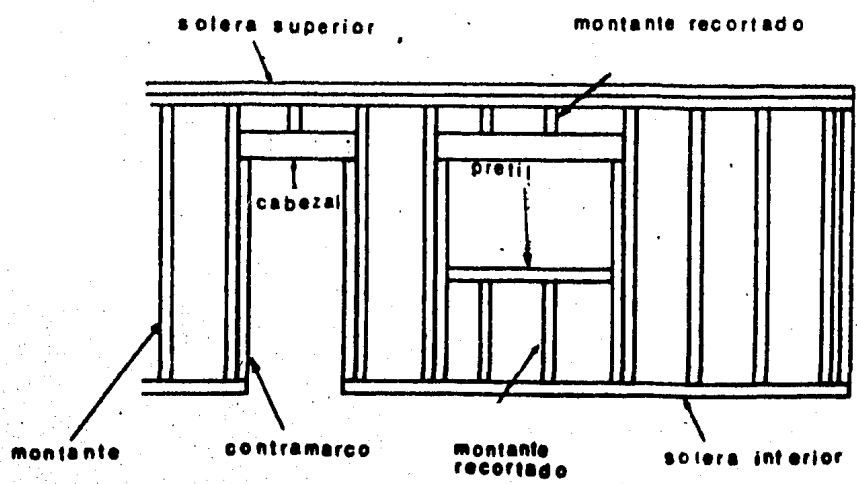
Estructura de globo.

Fig. III.3



Estructura de poste y viga.

Fig. III. 4



Estructura típica de muro de madera.

Fig. III. 6

para su correcta instalación. Se deja un espacio entre el borde de la cimentación y el muro para la colocación del revestimiento.

Los montantes son unidos a la solera inferior con dos clavos de 9 cm de longitud cada uno.

Los montantes recortados se requieren en aberturas como ---puertas o ventanas y van a la misma separación que los normales.

El cabezal toma la carga que actúa sobre las aberturas de -puertas y ventanas, transmitiéndosela al contramarco. Se -utilizan secciones más grandes para poder resistir las cargas y evitar deformaciones; cuando se tienen cargas o cla--ros son necesarias las armaduras.

La separación de los elementos del muro debe ser tal que --permita el uso de miembros de tamaño estándar.

La solera superior une los montantes y da apoyo al revesti--miento exterior e interior; también sostiene a las vigas o armaduras de la techumbre.

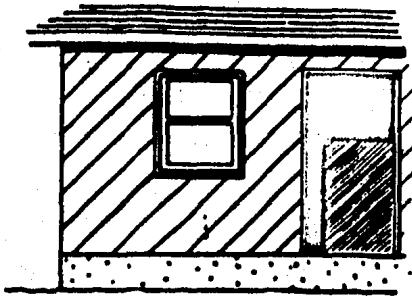
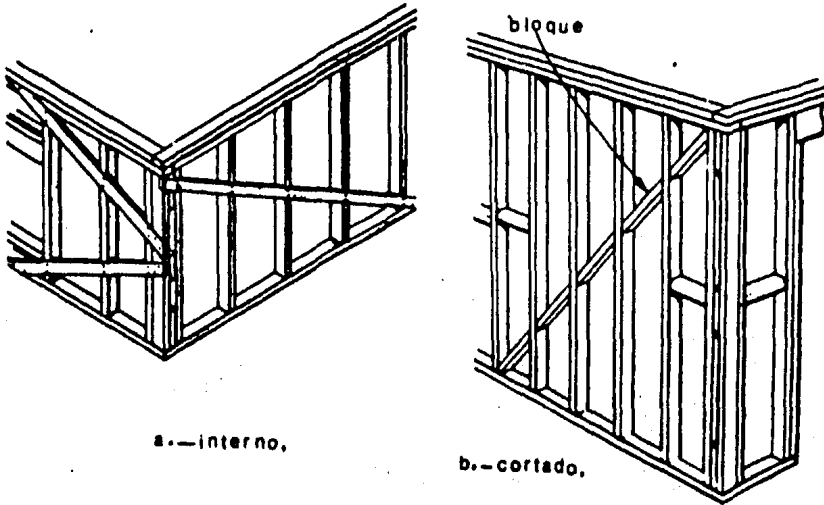
Los muros divisorios tienen la función de separar espacios y en algunos casos soportar cargas, la mayoría de las veces forman parte de la estructura de la casa, pero pueden ser montados después de que se ha terminado ésta.

Los contravientos reducen la esbeltez de la estructura, ayudan a resistir las fuerzas laterales como el viento y el sismo, mantienen a escuadra las esquinas, conservan las instalaciones en su lugar y eliminan cuarteaduras en el replellado. Existen tres métodos para contraventear: contraventeo interno, cortado y en diagonal.

En el contraventeo interno se recortan los montantes de manera que pueda ser clavado en forma diagonal, uniendo la solera inferior con la superior. Generalmente se usan tablas de 2.5 X 10 cm de sección (Fig. III.6a).

El contraventeo cortado emplea trozos individuales que unen los montantes diagonalmente; las piezas en general son de sección de 5 X 10 cm (Fig. III.6b).

El contraventeo diagonal consiste en un revestimiento de duelas de madera, siendo el más efectivo estructuralmente (Fig. III.6c).



c.—diagonal.

Diferentes tipos de contraventeo.

Fig. III.6

Si se utiliza triplay con un espesor de 1.5 cm o mayor como revestimiento se puede omitir el contraventeo.

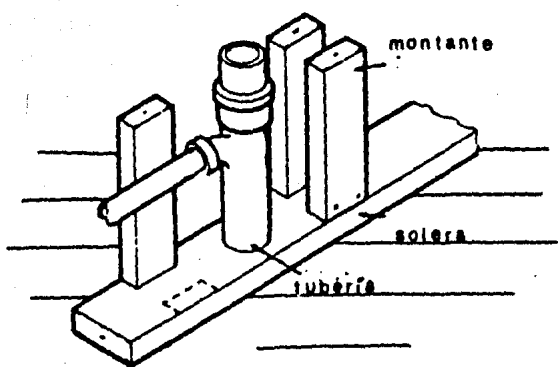
En lugares donde se necesiten instalaciones de plomería se colocan secciones más anchas en las soleras (muro húmedo) - para introducir la tubería de drenaje (Fig. III,7) y reforzar los muros para alojar algunos muebles (Fig. III,8).

III.2 Revestimientos

El revestimiento de las paredes tiene la función de proteger el interior de la casa y la estructura contra el intemperismo, obtener aislamiento térmico y acústico, dar un acabado agradable, además de producir un efecto de contraventeo y mayor resistencia a la estructura.

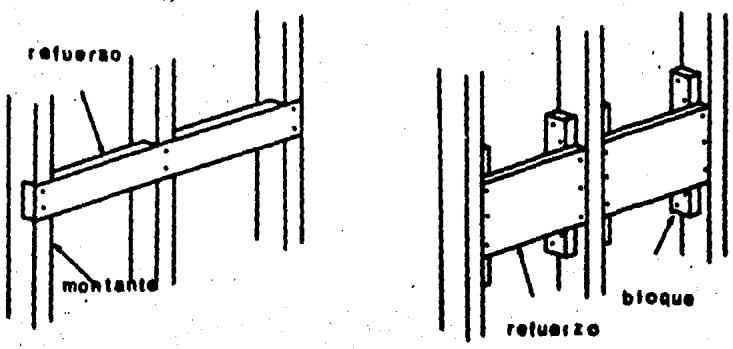
Los revestimientos varían tanto en el material como en la colocación; pueden ser de duela, triplay, paneles de fibra, cartón de yeso o repellido. Lo más común es una combinación de estos elementos.

El revestimiento se usa cuando la estructura de la pared se encuentra en el piso o cuando ya está en su lugar, dependiendo de las condiciones de la obra.



Muro húmedo.

Fig. III.7



Refuerzo para colocación de muebles sanitarios.

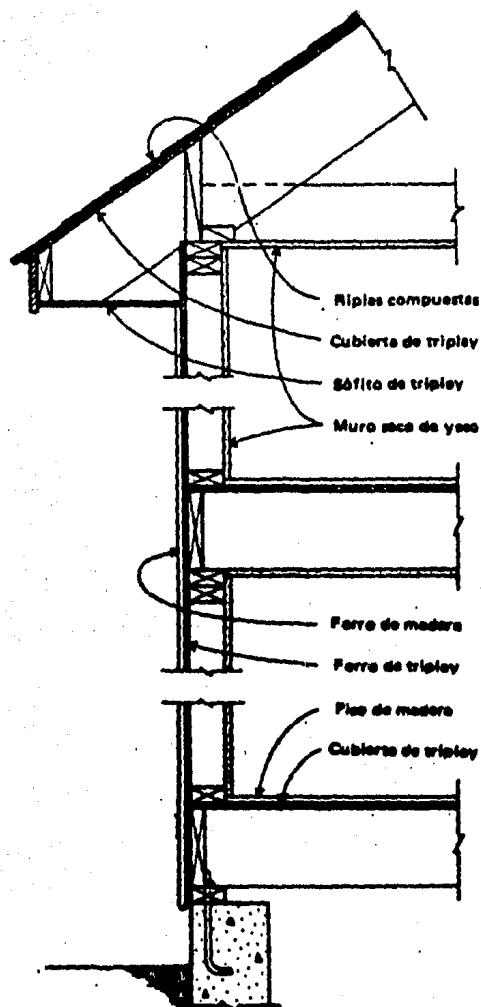
Fig. III.8

Uno de los sistemas de pared más empleado en los Estados Unidos es el que se muestra en la figura III.9. El muro seco de yeso sirve como aislamiento térmico y acústico; el acabado final se puede dar con pintura, tirol planchado, papel tapiz, entre otros.

El forro de madera es de varios tipos, mas produce un mejor efecto de contraventeo el diagonal (Fig. III.10). El forro de triplay se clava tanto en forma horizontal como vertical, pero tiene un mayor efecto de contraventeo cuando va en las esquinas verticalmente.

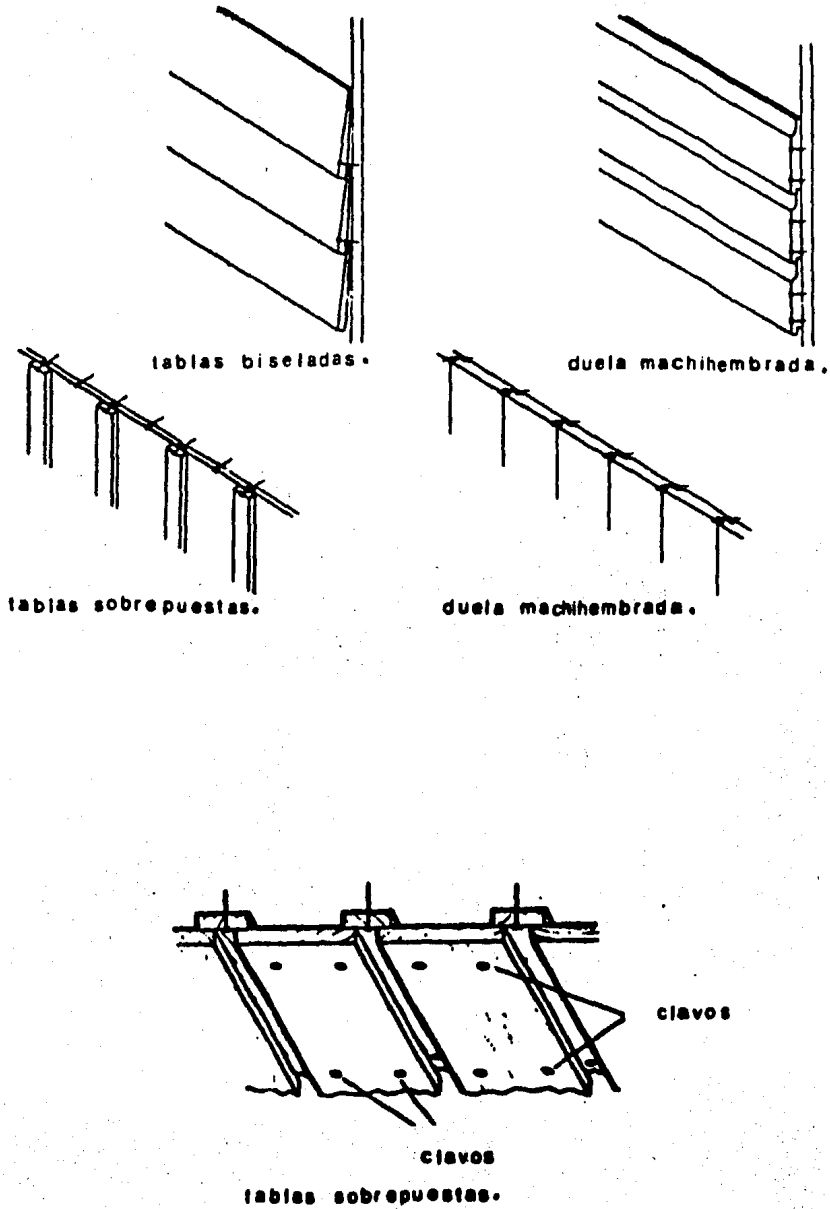
Otra alternativa para los dos casos anteriores, es clavar cartón negro sobre triplay, enseguida una malla de alambre y como acabado final repellarse con mortero de cemento y arena (Fig. III.11). Este tipo de revestimiento se acostumbra tanto en el interior como en el exterior de la casa. Se necesita una moldura metálica del espesor del repellado en las esquinas y orillas inferiores del muro para proporcionar apoyo.

El hueco que queda entre los montantes sirve como cámara aislante, aunque si se requiere puede colocarse un material que tenga esa misma propiedad (fibra de vidrio, por ejemplo).



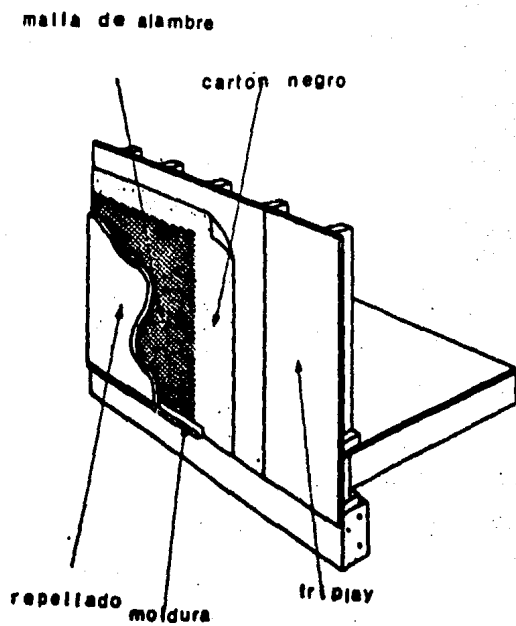
Sección transversal típica de muro para una casa de madera.

FIG. III.9



Diferentes tipos de revestimiento.

Fig.III.10



Revestimiento mediante repellado con mortero de cemento y arena.

Fig. III.11

CAPITULO IV

TECHOS USUALES DE MADERA O COMBINADOS CON OTRO MATERIAL

La función del techo es proteger la estructura y el interior de la casa del viento, la lluvia, polvo, ruidos, etc.

En la construcción de casas de madera encontramos como estructura del techo, traveses y vigas o armaduras, encima una cubierta de tablas, tablones o triplay y diferentes tipos de impermeabilización, como tejamaniles (de madera, asfalto, asbesto), pizarras, compuestos y tejas.

La pendiente de la techumbre depende de las instalaciones, el clima, las precipitaciones pluviales o de nieve, la arquitectura, etc.

IV.1 Estructura

Puede estar formada por vigas o mediante armaduras. Se utilizan de preferencia estas últimas por su facilidad de permitir el paso a las instalaciones en el hueco que queda entre el plafón y la cubierta, creándose al mismo tiempo una cámara aislante de gran valor en climas extremos.

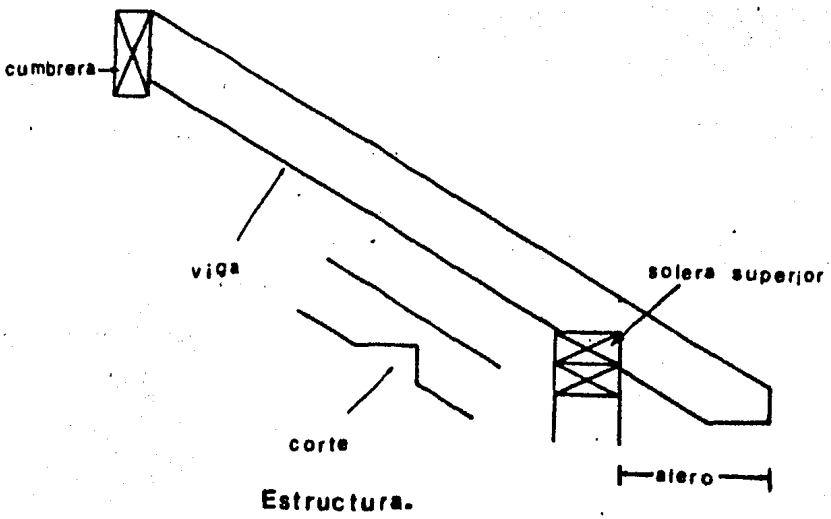
Se utilizan separaciones estándar (40 ó 60 cm) para instalar el plafón y material aislante. La sección de las vigas o armaduras depende de la separación y cargas que se tengan; generalmente en casas habitación se usan armaduras con elementos de sección de 5 X 10 cm y vigas de 5 X 20 cm.

Se marca la localización de las vigas en la solera superior y en la cumbrera; para unir las vigas con la solera superior se les practica un recorte y posteriormente se clavan (Fig. IV.1).

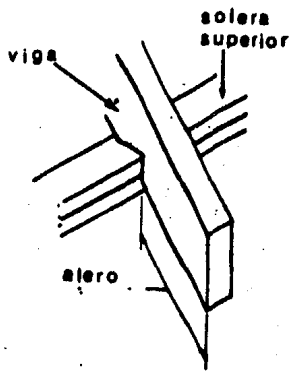
Las armaduras pueden ser prefabricadas o construirse en el sitio. Las prefabricadas se arman en planta mediante conectores (placas multiclavo), colocados por prensas especiales. Se usan cartelas de triplay para las uniones cuando se construyen manualmente, utilizándose pegamento y clavos. Se recomienda el triplay de tipo exterior de 0.9 ó 1.3 cm de espesor.

Las armaduras más comunes en la construcción de casas de madera son la de tipo W (Fink), poste real y tijera (Fig. IV.2).

Se prefiere la armadura tipo Fink por ser económica, fácil



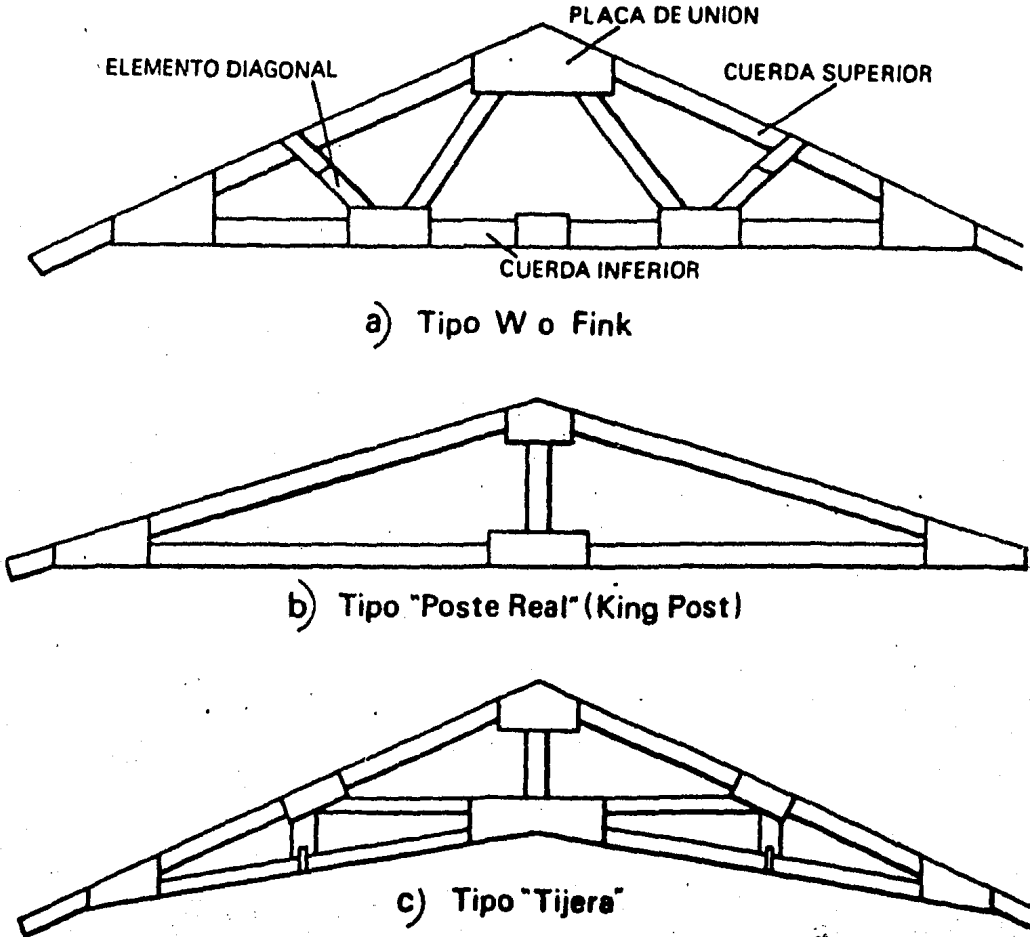
Estructura.



Unión de viga con solera superior.

Estructura de techo mediante vigas.

Fig. IV.1



Armaduras típicas en la construcción de casas de madera.

Fig. IV.2

para instalarse y se logran grandes claros. La tipo poste real es más ligera, pero permite claros menores. La armadura tipo tijera se usa para plafones tipo catedral.

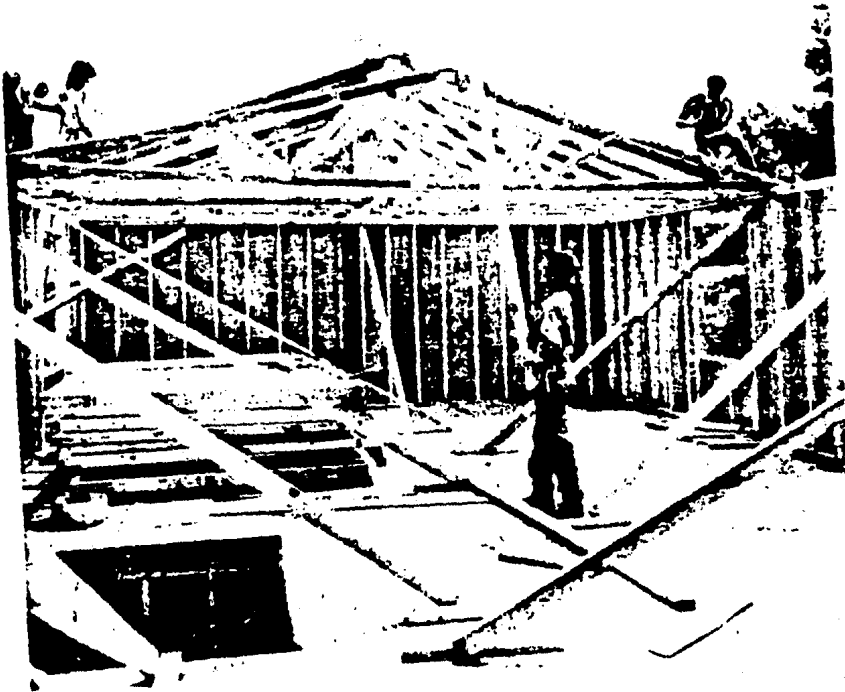
El montaje de las armaduras normalmente se efectúa con tres personas, dos arriba y una abajo, pudiendo recibir el auxilio de una grúa (Fig. IV.3). Se requiere contraventeo provisional mientras se clava la cubierta. Si es necesario se clava una contraflecha para evitar las deformaciones que puedan ocurrir.

IV.2 Cubierta

La cubierta depende del sistema de impermeabilización que se ocupe, pudiendo ser cerrada o espaciada. Se usan tablas, tablones, triplay o paneles de fibras.

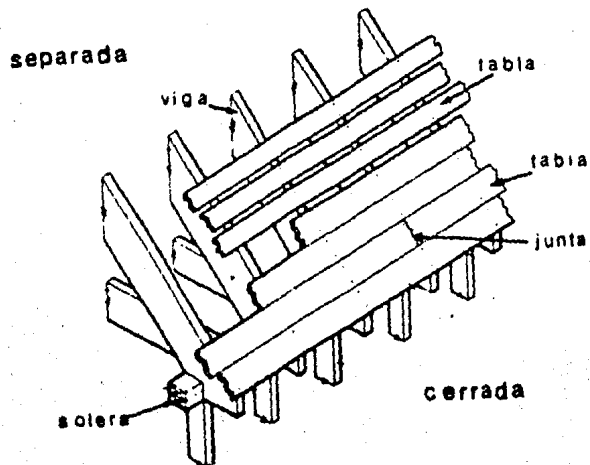
Tablas. No tendrán una anchura mayor de 20 cm ya que provocarían problemas de contracciones. Se comienzan a colocar a partir del alero con dos clavos de 6.3 cm de longitud en cada apoyo (Fig. IV.4). Se clavan en forma continua, excepto cuando se emplea tejamanil en lugares húmedos puesto que se necesita ventilación para no dañar estas piezas.

Tablones. En casas con estructura de poste y viga es nece-



Colocación de armaduras.

Fig. IV.3



Cubierta de techo con tablas.

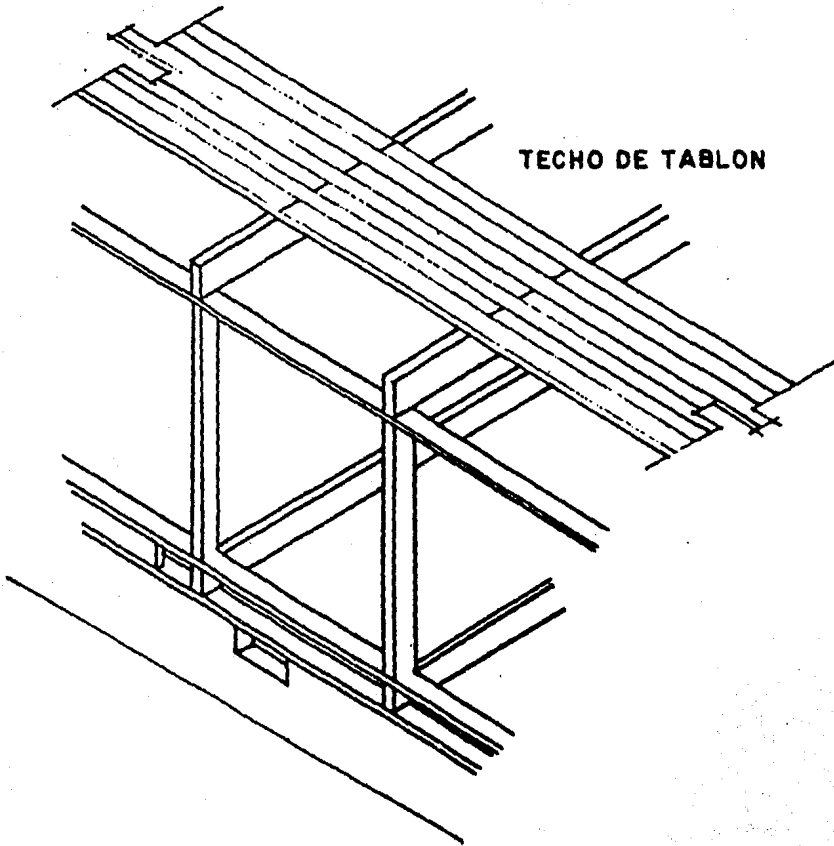
Fig. IV.4

saria la cubierta de tablón debido a los grandes claros que se tienen. Las secciones más comunes son las de 5 X 15, - 7.5 X 15 y de 10 X 15 cm, requiriéndose el machihembrado. - Si la parte inferior es aparente se debe tener cuidado al - escoger esta cara (Fig. IV.5).

Triplay. Es ideal para cubierta ya que se obtiene rapidez de construcción, rigidiza la estructura y sirve de base para la impermeabilización. Para incrementar la rigidez se dispone el triplay con el grano perpendicular a los apoyos y cuatrapeado (Fig. IV.6). Todas las juntas serán sobre -- los apoyos.

Para determinar el espesor del triplay se toma en cuenta la separación de los apoyos y las cargas que soportará. Para tejamaniles con separación de los apoyos de 40 cm se recomienda un espesor de 0.8 cm. Para recubrimientos pesados - como teja, pizarra y asbesto cemento es conveniente un espesor de 1.3 cm y para separaciones de 60 cm un espesor de - 1.5 cm.

Los clavos van a cada 15 cm en los bordes y a cada 30 cm en el resto. Son necesarios clavos de 5 cm de longitud para - triplay de 0.9 cm de espesor y de 6.3 cm para triplay de -



TECHO DE TABLON

CUBIERTA. DE TABLON.
FIG. IV. 5

1.3 cm o más de espesor.

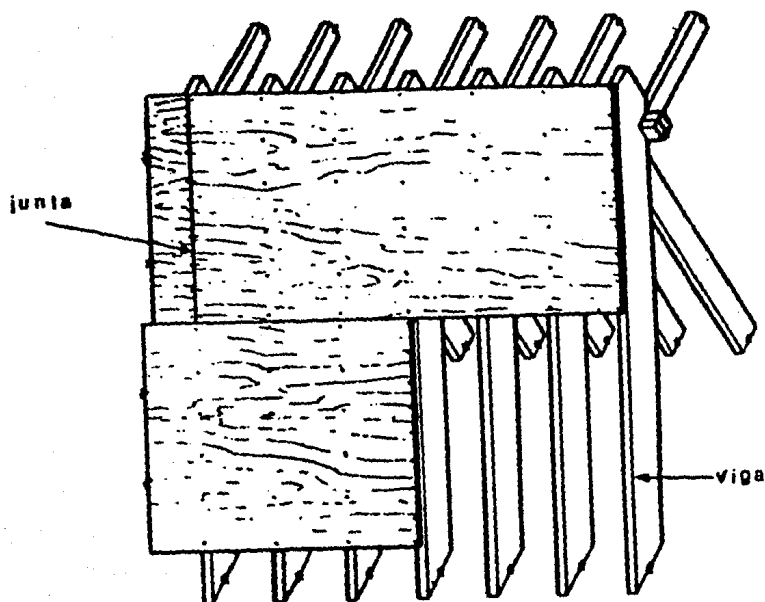
IV.3 Impermeabilización

Existen diversos sistemas de impermeabilización que se pueden aplicar, dependiendo del clima, arquitectura, materiales disponibles, etc. Los más utilizados son las tejas, bóvedas de ladrillo, tejamaniles y los techados compuestos.

Teja. Se recomienda para climas calurosos y templados, -- siendo su construcción sencilla (Fig. IV.7). Se cuenta con una gran variedad tanto en materiales como en formas. Pueden ser de asbesto, cemento o barro; su forma puede ser de ala, cuadrada, marsella, mallorquina, etc.

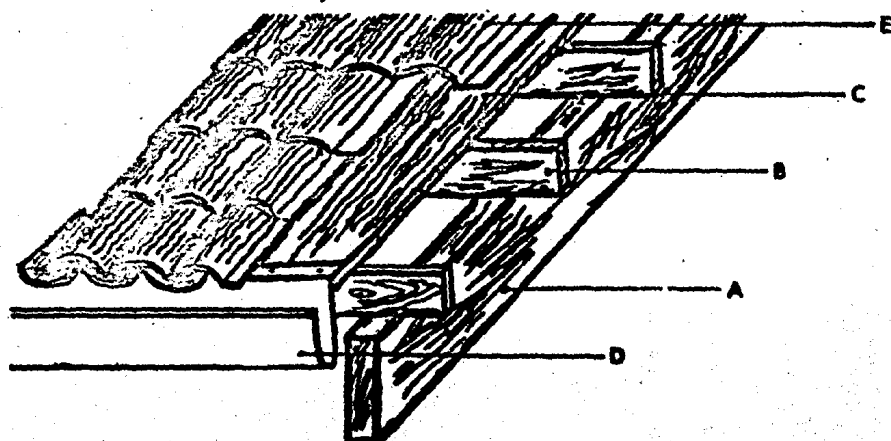
Las tejas se clavan traslapadas, mediante orificios que tienen expofeso; se aconseja unir las con mortero de cemento y arena para impedir el paso del agua cuando llueva y sople el viento en sentido contrario. Como medida de precaución se coloca un cartón negro por si hubiera algún defecto constructivo; debe darse una pendiente mínima del 20%.

Las tejas se instalan de abajo hacia arriba, dejando un volado de cuando menos 50 cm y traslapando cada una entre 5 y



Cubierta de triplay.

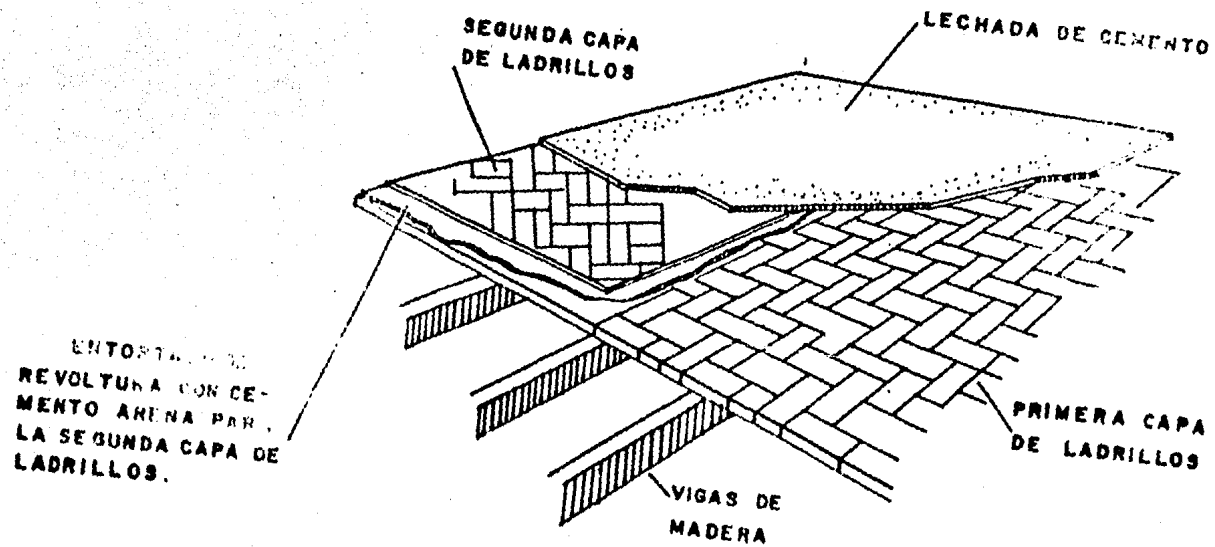
Fig. IV.6



A.—Viga madrina B.—Larguero C.—Tablones
D.—Canaleta E.—Teja.

Tejas.

Fig. IV.7



BOVEDA DE LADRILLO SOBRE VIGAS DE MADERA,

FIG. IV.8

El fieltro viene en varios pesos, pudiendo ser de 1,5 a 3 Kg por metro cuadrado. Vienen en rollos de 91 cm de ancho y en varias longitudes.

La primera capa de fieltro se adhiere a la cubierta con tachuelas sin utilizar brea para permitir libertad de movimientos e impedir posibles fracturas. Se aplica de abajo hacia arriba, dejando un pedazo de fieltro para clavarse bajo el alero y evitar infiltraciones de agua. Se traslapan las hojas un mínimo de 5 cm; encima se impregna con asfalto caliente a razón de 1 a 1.5 Kg por metro cuadrado. La temperatura máxima de la brea es de 125 grados centígrados en tramos de medio metro para repetir el proceso con las siguientes hojas.

Como acabado final se impregna de asfalto caliente la última capa de fieltro y sobre ella la capa de grava, piedra triturada o escoria a razón de 17 Kg por metro cuadrado aproximadamente.

Para hacer el traslape del caballete en los techos a dos aguas se emplea una tira de fieltro de 20 cm de ancho, dejando 10 cm de traslape a cada lado.

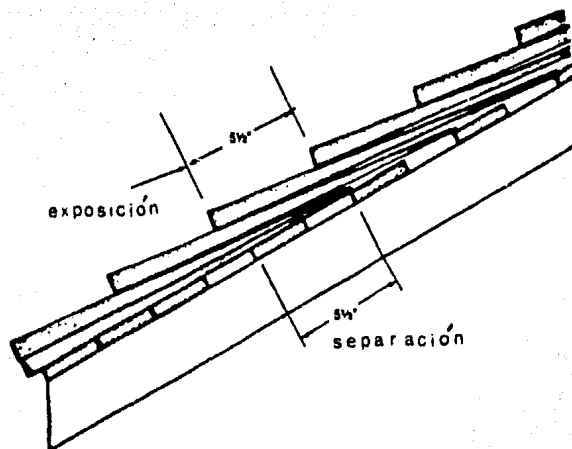
Para obtener los resultados apetecidos se lleva a cabo este trabajo cuando haya sol, nunca cuando esté mojado. Cuando la temperatura sea excesivamente alta se utilizan zapatos de hule para no producir daños en el techado.

Tejamaniles. En la construcción de casas de madera son de asfalto, asbesto-cemento o madera. Se pueden apoyar sobre una cubierta cerrada o separada, dependiendo del clima; para lugares húmedos conviene la cubierta separada y en lugares donde se tengan fuertes vientos, lluvias o nieve, la de tipo cerrada. Cuando se use la cubierta separada, la exposición de los tejamaniles será igual a la separación de las tablas que le sirven de apoyo.

Los tejamaniles se comienzan a clavar a partir de los aleros; la primera hilada será doble (Fig. IV.9).

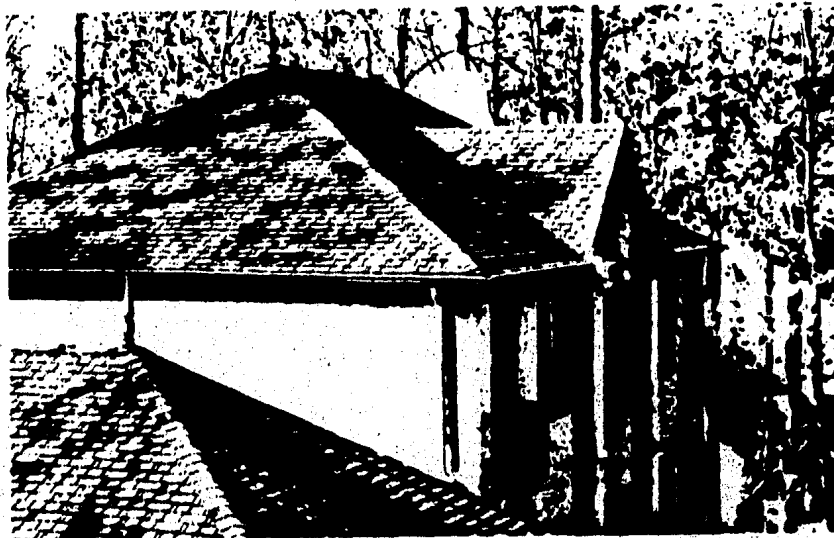
Los tejamaniles asfálticos son fabricados en varios estilos, colores y tamaños (Fig. IV.10). Para su unión se usan clavos galvanizados de 2.5 a 3.8 cm de longitud; para impedir el paso del agua se cuatrapean las sucesivas hiladas y se traslapan tanto horizontal como verticalmente (Fig. IV.11).

Los tejamaniles de asbesto-cemento son rígidos, vienen en



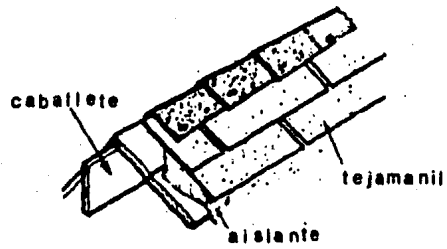
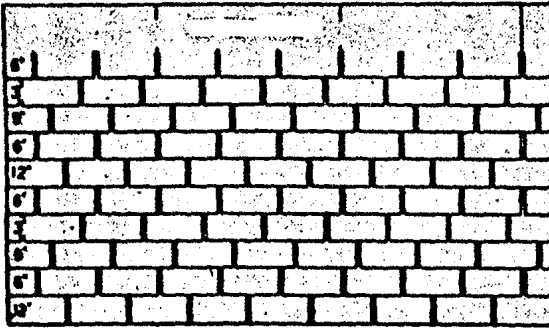
Tejamaniles sobre cubierta separada.

Fig. IV. 9



Tejamaniles asfálticos.

Fig. IV. 10



Traslape de tejamaniles asfálticos.

Fig. IV.11

varios estilos y colores. Antes de colocarlos es necesario instalar cartón negro sobre la cubierta de madera. Tienen agujeros para unirse a la cubierta mediante clavos o anclas.

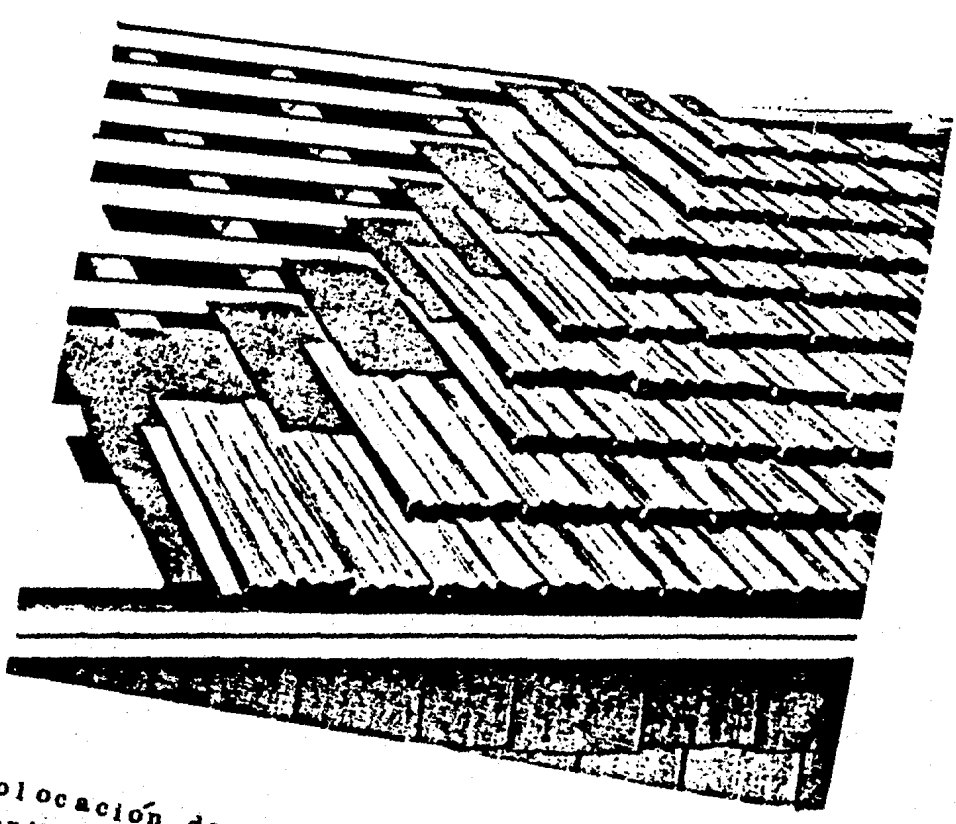
Los tejamaniles de madera vienen en longitudes de 40, 45 y 60 cm con varios anchos. Se alternan tiras de fieltro entre las hiladas de tejamaniles (Fig. IV.12).

Los tejamaniles se cuatrapean con una holgura de 0.6 cm que permita expansiones (Fig. IV.13).

IV.4 Plafones

La función de los plafones es ocultar instalaciones, tales como las eléctricas, plomería, aire acondicionado, etc.; obtener un acabado agradable y formar una cámara de aire con valor aislante. Se cuenta con plafones de tipo acústico, luminosos, opacos, traslúcidos, de madera, aluminio, plástico, entre otros. La instalación se puede realizar con grapas, tornillos, clavos o pegamento (Fig. IV.14). Si se requiere se clava una retícula de tablas a las vigas para posteriormente acomodar el plafón.

Algunos plafones vienen con acabado y otros sirven de base



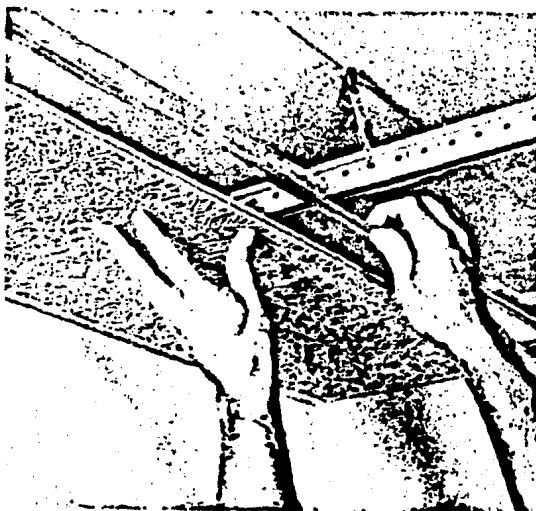
Colocación de tiras de fieltro entre los teja-
maniles de madera.

FIG. IX.12



Clavado de tejamaniles de madera.

FIG. IV. 13



Instalación de plátón.

FIG. IV. 14

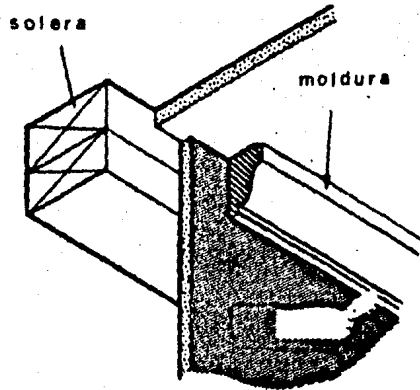
para aplicar éste. Es posible dar el acabado mediante un repellido, aplicación de pintura, tirol, etc. En el baño y la cocina puede existir el problema de la humedad por lo -- que se toman providencias al escoger el plafón para estos - sitios.

El cartón de yeso es ampliamente utilizado como plafón por sus características aislantes, rapidez y facilidad de colocación; se fabrica en hojas de 1.20 X 2.40 m. En la unión de la pared con el plafón se clava una moldura para dar un acabado agradable (Fig. IV.15).

IV.5 Ventilación

La ventilación se obtiene mediante aberturas practicadas en la parte superior de los muros. Tiene como función eliminar condensaciones producidas por la humedad y refrescar el ambiente interior de la casa en climas cálidos.

Los ventiladores pueden ser prefabricados o construirse en la obra, metálicos o hechos de madera y se colocan lo más -- cerca posible a la cumbrera para que funcionen con mayor -- eficiencia.



Colocación de moldura.

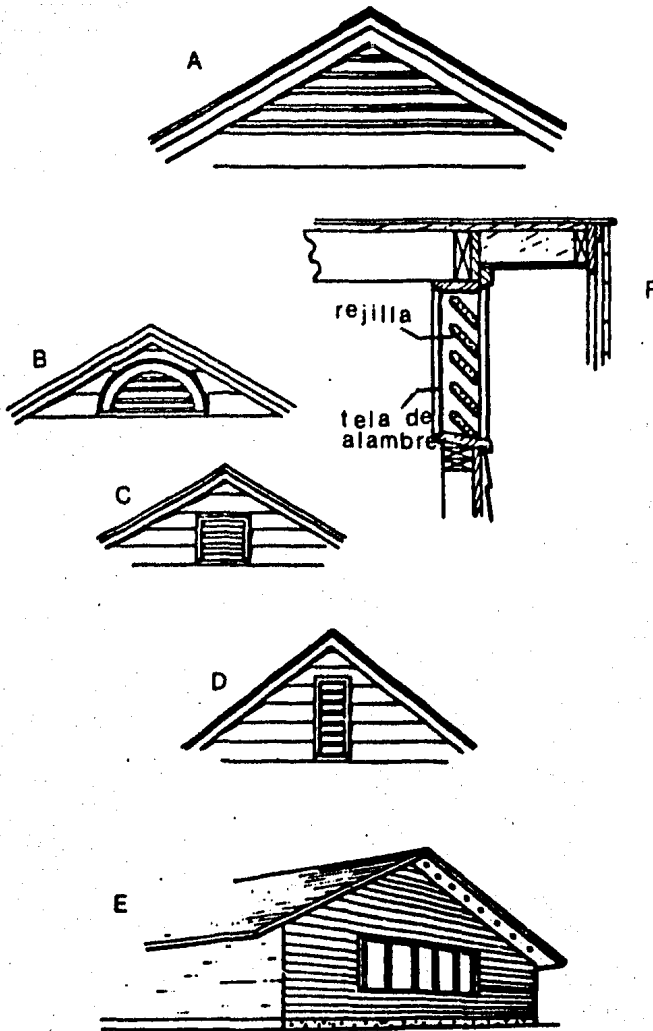
FIG. IV.15

Existen dos tipos de ventiladores, los externos y los internos (Fig. IV.16 y IV.17). Se logran mejores resultados empleando varios ventiladores pequeños bien distribuidos que unos pocos grandes.

Los ventiladores en el sofito brindan mayor rendimiento al crear más fácilmente corrientes de aire por el gradiente de temperatura.

Los ventiladores internos se instalan sin holgura mediante tornillos. Se encuentran en dos tipos: contínuos y discontínuos. Los contínuos requieren puentes a determinados intervalos con la finalidad de que no falle el sofito.

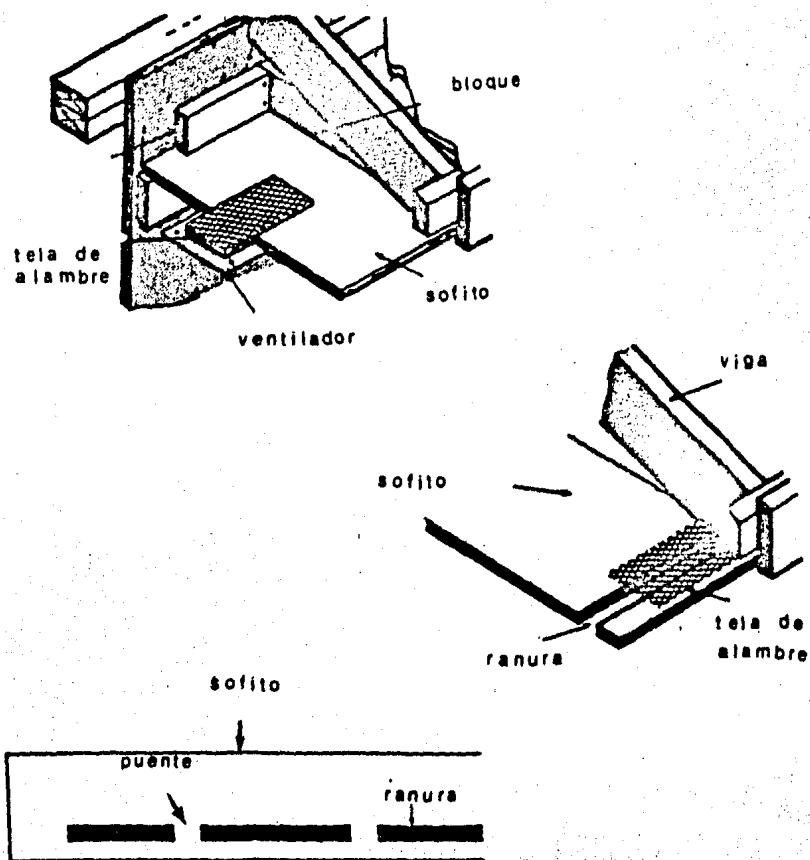
Se usan rejillas para evitar la entrada del agua y una tela de alambre contra los insectos, ésta no debe ser demasiado fina ya que se obstruye con el polvo.



- A triangular
- B medio círculo
- C cuadrada
- D rectangular
- E solito
- F sección transversal

Ventiladores externos.

FIG. IV.16



Ventiladores de tipo interno.

FIG. IV.17

CAPITULO V

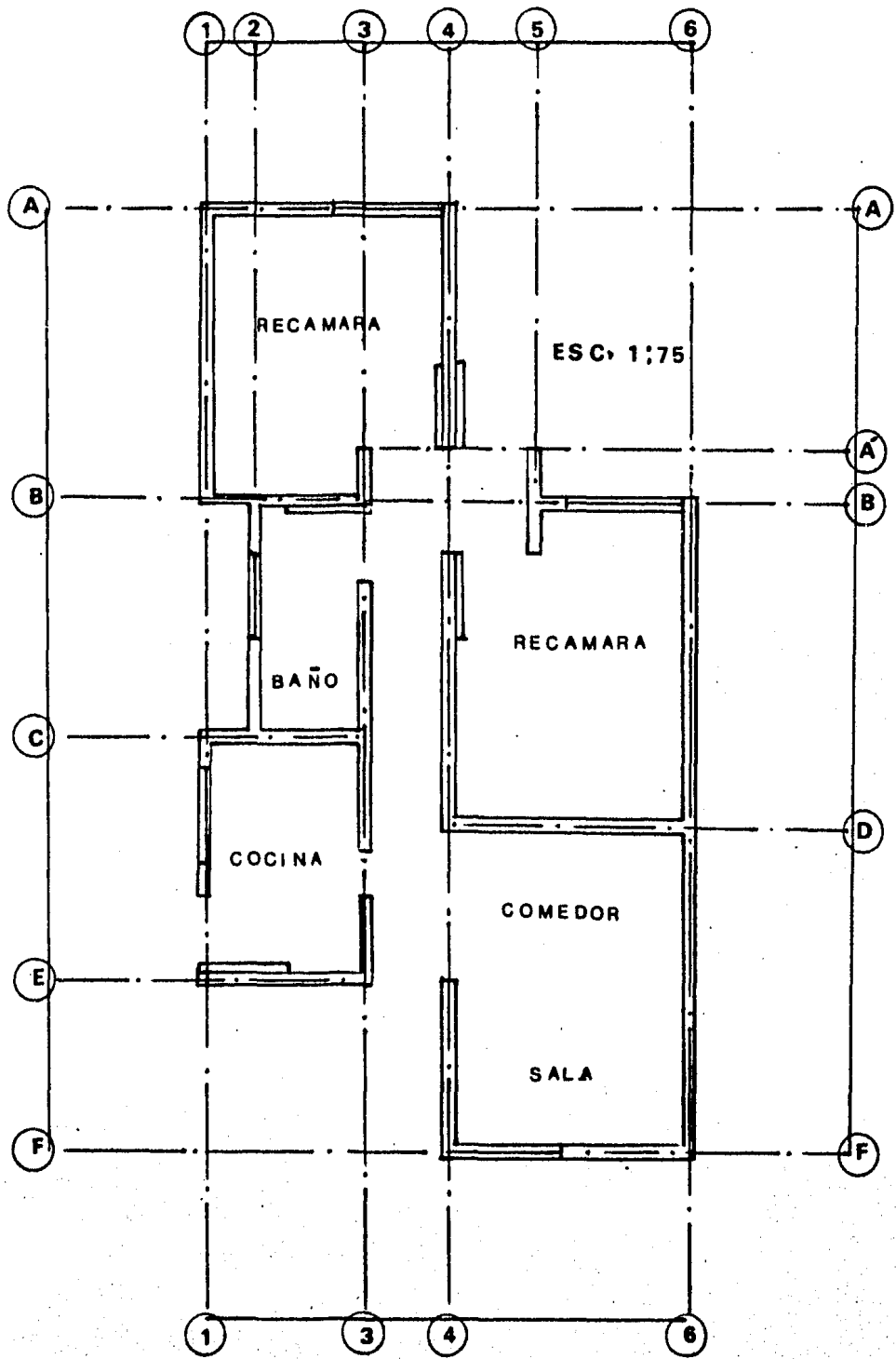
COMPARACION DE COSTOS ENTRE UNA CASA ECONOMICA DE MAMPOSTERIA Y UNA CASA DE MADERA

El presente estudio comparativo se efectuó con una casa de interés social del INFONAVIT construida en Mexicali, B.C. del tipo UF-A-II. Las especificaciones son las utilizadas por el INFONAVIT; los precios de materiales y mano de obra son de febrero de 1983; se tomó en cuenta que fue una casa construida por una empresa particular, considerándose un 24% de gastos indirectos (correspondiendo un 10% de utilidad a la empresa).

En la figura V.1 se muestra una planta de la casa. El proyecto consta de cocina, sala - comedor, dos recámaras, baño, área de jardín y patio de servicio, con una superficie de 50.84 m² de construcción y un lote de 160 m².

A continuación se hace un desglose de los elementos que forman la casa comparando los gastos de ambas alternativas:

Trabajos preliminares. El precio es el mismo en los dos casos al efectuarse las mismas operaciones.



CASA DE INTERES SOCIAL UF-A-II.

FIG. V.1

Cimentación. Se escogió una cimentación de concreto reforzado para la casa de madera ya que proporciona mejor protección contra el fuego y los insectos que la atacan, siendo ésta la zona más vulnerable.

El precio de la cimentación de la casa de madera resultó -- más bajo en comparación al de la casa de block si se considera que la carga soportada es más baja y por lo tanto los cimientos son de menores dimensiones y armado.

Se debe dejar una separación mínima de 20 cm entre el nivel del suelo y la madera para evitar que se dañe.

Pisos. El precio resultó igual ya que en la casa de madera también se utilizó piso de concreto debido al alto costo -- que hubiera representado el de madera.

Muros. El muro de madera es más barato en lo referente a estructura, pero como se verá más adelante necesita un recubrimiento muy caro. El block se coloca aparente y no lleva recubrimiento alguno. La estructura del muro de madera es del tipo de plataforma, uniéndose a la cimentación mediante unos pernos anclados, utilizando rondanas y tuercas.

Azotea. Se empleó en ambos casos un aislante ya que la zona es de clima extremoso y es necesario el aire acondicionado. En la casa de madera se usaron armaduras, se colocaron cuatro ventilas para evitar humedades y ayudar a obtener un clima agradable al ventilarse la cámara de aire que se forma entre el falso plafón y la cubierta de la azotea donde se ocupó triplay de pino de 3/4 de pulgada de espesor por su rapidez de colocación.

Recubrimientos. El recubrimiento de los muros de madera se llevó a cabo instalando primeramente un material aislante (fibra de vidrio), enseguida triplay de pino de 3/8 de espesor, luego cartón negro y se clavó una latilla metálica como base para el repellado de cemento-arena; esto elevó grandemente el precio de la casa de madera. Si se hubiera recubierto el muro con duela de madera este concepto se hubiera elevado un 55% como consecuencia del alto precio de la duela.

Marcos, puertas y cerrajería. La diferencia de precios reside en que la casa de block requiere marcos metálicos para las puertas no así la de madera, ya que forman parte de la estructura de los muros.

Obras exteriores, ventanería de aluminio y drenaje. Los -- precios son idénticos al referirse de los mismos conceptos en ambas alternativas.

Instalación hidráulica, sanitaria, eléctrica y de gas. Los precios son iguales al resultar más fácil colocar las instalaciones en la casa de madera, pero se debe ejercer mayor - supervisión para eliminar humedades y riesgos de incendio. Se recomienda usar tubería de aluminio en la instalación -- eléctrica y con esto evitar humedades que podrían aparecer al utilizar acero.

Colocaciones. Es menor el precio en este rubro en la casa de madera al existir mayor facilidad para realizar las colocaciones.

Pintura. El rendimiento de la pintura y mano de obra es mayor en la casa de madera por la diferencia de rugosidad de los muros repellados empleados en la casa de madera que el block con acabado aparente.

El precio total de la casa de block es de \$ 1,066 619.50 y el de la casa de madera \$ 1,439 105.70, lo que significa --

una diferencia de precio a favor de la casa de block de un 35%, principalmente debido al alto costo del recubrimiento de los muros de madera (\$ 473 868.35).

Tabla 5.I Comparación de precios entre una casa de interés social de block y una de madera.

CONCEPTO	CASA DE BLOCK	CASA DE MADERA
Trabajos preliminares	Limpia, trazo y nivelación \$ 3,134.30	Limpia, trazo y nivelación \$ 3.134.30
Cimentación	Casetones de concreto armado \$ 139,728.10	Zapata corrida de concreto armado \$ 75,818.55
Pisos	Concreto reforzado con malla de acero y concreto simple en banquetas \$ 38,715.75	Concreto reforzado con malla de acero y concreto simple en banquetas \$ 38,715.75
Muros	Block de concreto aparente de 15 X 20 X 40 cm con castillos ahogados \$ 174,790.90	Estructura de madera de tipo plataforma \$ 125,294.85

Tabla 5.I (continuación)

CONCEPTO	CASA DE BLOCK	CASA DE MADERA
Azotea	Losa de concreto re forzado \$ 199,141.15	Techumbre de madera \$ 244,285.35
Recubrimiento	Repisones de concre to, azulejo, loseta asfáltica en pisos y acústico en losa de azotea \$ 73,280.15	Repisones de madera, azulejo, repellido de muro, aislamien- to, loseta asfálti- ca y acústico sobre falso plafón \$ 534,886.90
Marcos, puertas y cerrajería	Marco de acero para puertas, puertas de tambor, bisagras y cerrajería \$ 39,053.90	Puertas de tambor, bisagras y cerraje- ría \$ 27,224.30
Obras exteriores	Afine de patio, lim pieza de la obra, nú mero oficial, sardi neles de concreto \$ 9,708.90	Afine de patio, lim pieza de la obra, nú mero oficial, sardi neles de concreto \$ 9,708.90

Tabla 5.I (continuación)

CONCEPTO	CASA DE BLOCK	CASA DE MADERA
Ventanería de alu- minio	Ventanas de alumi- nio anodizado, in- cluyendo vidrio \$ 45,873.00	Ventanas de alumi- nio anodizado, in- cluyendo vidrio \$ 45,873.00
Drenaje	Albañal de concreto Ø 15 cm y registros \$ 25,440.50	Albañal de concreto Ø 15 cm y registros \$ 25,440.50
Instalación hi- dráulica y sanita- ria	Incluye muebles sa- nitarios, tuberías, conexiones, etc. \$ 124,199.20	Incluye muebles sa- nitarios, tuberías, conexiones, etc. \$ 124,199.20
Instalación eléc- trica	Acometida, poste, - centro de carga, -- etc. \$ 78,639.60	Acometida, poste, - centro de carga, -- etc. \$ 78,639.60
Instalación de -- gas	Calentador, base y demás accesorios \$ 22,949.85	Calentador, base y demás accesorios \$ 22,949.85

Tabla 5.I (continuación)

CONCEPTO	CASA DE BLOCK	CASA DE MADERA
Colocaciones	Colocación de muebles sanitarios, ductos, puertas, chapas, etc.	Colocación de muebles sanitarios, ductos, puertas, chapas, etc.
	\$ 47,544.85	\$ 44,260.50
Pintura	Pintura de muros	Pintura de muros
	\$ 44,042.90	\$ 38,297.70
TOTAL	\$1,066.619.50	\$1,439,105.70
Precio por metro cuadrado de construcción	\$ 20,979.90	\$ 28,306.55

CONCLUSIONES

Nuestro país cuenta con recursos madereros que comprenden una enorme variedad de maderas para todo tipo de usos; sin embargo, como durante varios siglos se explotó irracionalmente, hubo necesidad de decretar una veda que aún perdura, hasta lograr reforestar los bosques. Esto motivó, entre otras causas, que la madera subiera su costo y que actualmente se utilice como elemento decorativo en lugar de usarlo, como lo hacen en otros países, como el componente estructural básico de la vivienda humana.

Debido al crecimiento demográfico de la población se requiere urgentemente construir edificios multifamiliares e incrementar la autoconstrucción de viviendas populares con los elementos más sencillos y naturales, como es el adobe y la madera, combinados cuando sea necesario con otros materiales como el cemento y el acero que se producen en grandes industrias, causantes a su vez de una fuerte contaminación ambiental y consumidoras de energéticos.

Existe una tecnología modesta muy generalizada en el país para construir moradas en las que se usa la madera únicamente

te para los techados, pisos, puertas y ventanas, pero actualmente se utiliza tecnología especializada e industrializada en la misma zona de los aserraderos que pertenecen a organismos estatales. En éstos se le da un tratamiento térmico en gigantescas estufas para eliminar la humedad, posteriormente se pasa a la impregnación de sustancias químicas que recubren todos los tejidos de la madera para preservarla de la humedad y de organismos y se le vuelve a dar un secado más poderoso para eliminar toda humedad, así como la posibilidad de deformaciones futuras.

Los elementos estructurales se tipifican, con lo cual se cuentan con proyectos para armaduras, celosías, paneles, etc. de dimensiones estandarizadas. Los sistemas de conexión se han popularizado, con lo cual se empiezan a eliminar los laboriosos ensambles, pegaduras o cortes especiales, quedando las piezas a tope.

Los techados y los muros, se colocarán de acuerdo al proyecto estructural, cubriéndolos con materiales impermeables e incombustibles de bajo peso.

Como la estructura es liviana, la cimentación será de dimen

siones reducidas, generalmente formada por una loza de concreto armado en terrenos de muy baja resistencia o por dallas corridas de concreto armado bajo las paredes o columnas.

Se observa una marcada desconfianza en el uso de la madera en la autoconstrucción de casas, por el peligro a los incendios, sin embargo, si protegemos el material combustible -- con un recubrimiento de materiales poco inflamables como -- son el yeso y el cemento y con adecuadas rejillas de ventilación que provoquen la circulación del aire, se mantendrá la madera en óptimas condiciones. Es conveniente acostumbrarnos a tener en la casa, aún construída por el sistema tradicional, extinguidores o una póliza de seguros contra incendios.

En el análisis presentado en esta tesis para una casa habitación de madera comparado con el costo de una casa de --- block y concreto se obtuvo un 35% de diferencia para pre--- cios de febrero de 1983 en la ciudad de Mexicali, B.C. Esta diferencia de precios puede reducirse si se programara - una infraestructura adecuada para la explotación, reforestación, comercialización y construcción de casas de madera, - incluyendo un organismo o instituto que califique y normaliz

ce las especificaciones necesarias.

Algunas industrias que empiezan a dedicarse a este tipo de construcción indican que pueden construir casas tanto de interés social como de lujo con una brigada formada por cinco trabajadores, con un costo hasta 20% menor que el del sistema tradicional, en mucho menor tiempo, ahorrando mano de -- obra y costos indirectos.

BIBLIOGRAFIA

1. SALINAS, R. Obras. Con Madera y para la Madera. Mensual. Vol. X, No. 114, México, junio 1982.
2. X Censo General de Población. D.G.E.; S.I.C., México, - 1970.
3. NUNNALLY, S.W. Construction Methods and Manegement. Ed. N.J. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, E.U.A., 1980.
4. ROBLES, F. Usos Estructurales de la Madera en México. - La Madera y su Uso en la Construcción. Vol. 5, Ed. por el Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Ver., México, 1980.
5. WHITE, R. et. al. Comportamiento de Miembros y Sistemas. Vol. 3, Ed. Limusa, México, 1980.
6. ECHENIQUE, R. Características de la Madera y su Uso en la Construcción. Ed. por la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción. México, 1971.
7. PARKER, H. Diseño Simplificado de Estructuras de Madera.

- Ed. Limusa, México, 1981.
8. DAVALOS, R. et. al. Aplicaciones Estructurales de la Madera. Ed. por el Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos y U.A.M. Azcapotzalco; México, 1983.
 9. INSTITUTO DE INGENIERIA. Diseño y Construcción de Estructuras de Madera. Ed. por la U.N.A.M., México, 1977.
 10. ADAMS, J. Arco's Complete Woodworking Handbook. Ed. Arco Publishing Inc., New York, N.Y., E.U.A., 1981.
 11. PEREZ, V. et. al. Riesgo a la pudrición de la madera en diferentes climas de México. La madera y su uso en la construcción. Vol. 1, Ed. por el Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Ver., México, 1980.
 12. CAPOTOSTO, J. Residential Carpentry, Ed. Reston Publishing Company Inc., Reston Virginia, E.U.A., 1979.
 13. PLAZOLA, A. Normas y costos de Construcción. Vol. 1, Ed. Limusa, México, 1976.

14. ESCUELA MEXICANA DE ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD LASALLE.
Materiales y Procedimientos de Construcción. Tomo II, -
Ed. Diana, México, 1981.

15. PEURIFOY, R. Estimación de los Costos de Construcción.
Ed. Diana, México, 1981.