

136
28



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**LA MADERA COMO MATERIAL
DE CONSTRUCCION**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

ALEJANDRO RODRIGUEZ CRUZ

**DIRECTOR DE TESIS:
ING. RAFAEL ABURTO VALDEZ**

MEXICO, D F.

1987





UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

		PAGINA
CAPITULO I	INTRODUCCION	1
CAPITULO II	RECURSOS FORESTALES DE MEXICO	4
II.1	Los Bosques Mexicanos	4
II.2	Productividad y Consumo	9
II.3	Perspectivas Futuras	19
CAPITULO III	LA MADERA COMO MATERIA PRIMA	23
III.1	Obtención y Transformación	24
III.2	Clasificación	31
III.3	Propiedades	36
III.4	Secado o Curado de la Madera	40
III.5	Tratamiento y Conservación	44
CAPITULO IV	MADERAS INDUSTRIALIZADAS Y ELEMENTOS DE UNION	57
IV.1	Definiciones	57
IV.2	Tableros o Paneles	60
IV.3	Madera Laminada Encolada	67
IV.4	Fijadores Mecánicos	72
IV.5	Fijadores Encolados	98
IV.6	Ejemplos de Uniones	99
CAPITULO V	USOS DE LA MADERA, EJECUCIÓN DE OBRAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO	103
V.1	Construcciones Provisionales	103
V.2	Construcciones Permanentes	107

	PAGINA
V.3	Otros Usos 115
V.4	Ejecución de Obras 123
V.5	Recomendaciones de Diseño 127
CAPITULO VI	LA VIVIENDA DE MADERA EN MEXICO 129
VI.1	Introducción 129
VI.2	Ventajas de las viviendas de Madera 130
VI.3	Aspectos estructurales de la vivienda de Madera 132
VI.4	Métodos de Producción 145
VI.5	Perspectivas de la vivienda de Madera en México 159
CAPITULO VII	CONCLUSIONES 164
	BIBLIOGRAFIA 166

INTRODUCCION

En la actualidad estamos inclinados a creer con excesiva ligereza que todo lo comprendemos mejor y que estamos muy adelantados respecto a los hombres de épocas anteriores. Este punto de vista, por lo que respecta a la construcción con madera y también en otros terrenos, sólo es cierto dentro de unos límites muy modestos. Una hojeda a la historia de la construcción con madera refuerza dicha afirmación. En cada lugar la naturaleza proporciona materiales diferentes y éstos serán los que desempeñen un papel decisivo en las construcciones más antiguas. En las amplias llanuras de Mesopotamia la construcción es a base de ladrillos de barro secados primero al aire libre y más tarde endurecidos por cocción. Allí donde habla piedra para fortificaciones y muros, se utilizaba ésta simplemente apilada, sin labrar y sin mortero. Pero en las regiones boscosas se emplea la madera para las construcciones durante milenios (Fig.1)

La madera ha desempeñado un rol muy importante en el avance de la raza humana. Ha sido empleado por la humanidad para proporcionar abrigo, combustible, armas, transporte y también en muchas otras formas, desde el inicio de la civilización. Es al mismo tiempo, entre los materiales estructurales básicos importantes EL MAS y EL MENOS CONOCIDO. Casi todos sabemos lo que es la madera, y sin embargo, relativamente pocas personas tienen el conocimiento real de su estructura, sus propiedades y sus muchos usos potenciales.

Es probable que la madera y otros productos forestales demuestren estar entre las materias primas más importantes del futuro, por sus excelentes propiedades, y por ser, a diferencia de otros materiales, un recurso renovable.

Frente al agotamiento de los bosques naturales de maderas nobles y durables, y su remplazo paulatino por especies de crecimiento rápido, la Preservación de las Maderas es la respuesta moderna de la técnica para satisfacer los requisitos tecnológicos actuales y futuros.

La madera es un producto orgánico de origen vegetal, de composición y estructura bien definidas.

Toda la madera proviene de árboles, los cuales invariablemente están constituidos por dos clases de madera, dependiendo de su ubicación en el tronco. La porción del centro, que es más densa y seca, se llama duramen, mientras que la parte que rodea al duramen, que es más húmeda, se llama albura. Las propiedades más sobresalientes de la madera son :

- Alta resistencia mecánica por unidad de peso.
- Poco peso por unidad de volumen, y
- Alto poder de aislación térmica

Es la finalidad del presente trabajo, describir a la madera como un material de construcción. Asimismo, es ilustrado en muchos usos a la que ésta es accesible. De igual forma, se da un panorama de los recursos forestales de México y sus perspectivas.

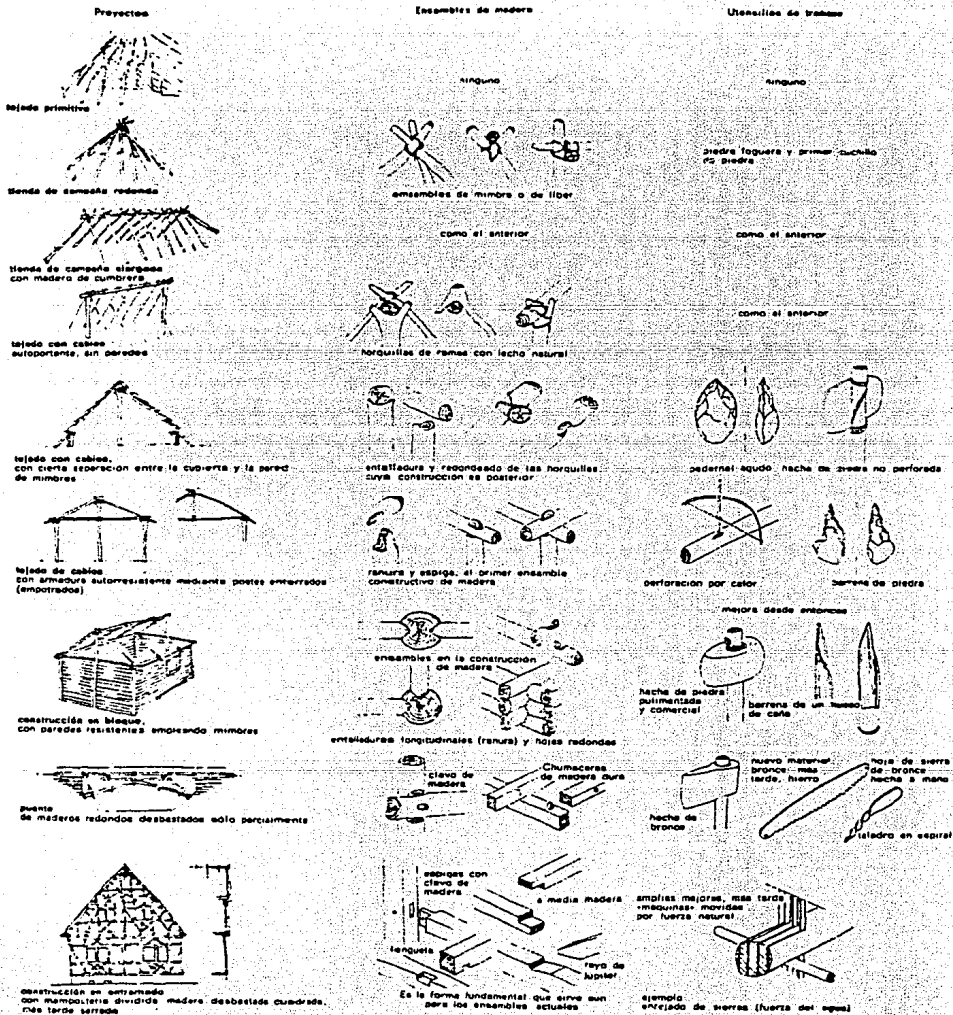


Fig. 1 Principios de la construcción con madera.

RECURSOS FORESTALES DE MEXICO

Los bosques cubren aproximadamente la tercera parte de la superficie de la tierra. Constituyen uno de los recursos naturales renovables más importantes con que cuenta la humanidad. Indicio de ello es el hecho de que el valor de la industria usuaria de la madera representa más del 6% del valor de la producción industrial mundial. -- "La madera : Tendencias y perspectivas mundiales", estudio básico No. 16, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma, 1967.

II.1 LOS BOSQUES MEXICANOS

Según datos disponibles (bibliografía 7), contamos con el siguiente patrimonio forestal : dado este por regiones, en hectáreas y en metros cúbicos rollo en pie.

36'913.675 has. arboladas	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 10px; vertical-align: top;">Clima templado y frío 27'507.517 has.</td> <td style="padding-left: 10px; vertical-align: top;"> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Especies coníferas</td> <td style="padding-left: 5px;">58 %</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Especies latifoliadas</td> <td style="padding-left: 5px;">32 %</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 10px; vertical-align: top;">Clima tropical y subtropical 11'406.158 has.</td> <td style="padding-left: 10px; vertical-align: top;"> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Básicamente son especies latifoliadas</td> <td style="padding-left: 5px;">81.5 % corresponden a selvas medianas</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;"></td> <td style="padding-left: 5px;">18.5 % a selvas altas.</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Clima templado y frío 27'507.517 has.	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Especies coníferas</td> <td style="padding-left: 5px;">58 %</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Especies latifoliadas</td> <td style="padding-left: 5px;">32 %</td> </tr> </table>	Especies coníferas	58 %	Especies latifoliadas	32 %	Clima tropical y subtropical 11'406.158 has.	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Básicamente son especies latifoliadas</td> <td style="padding-left: 5px;">81.5 % corresponden a selvas medianas</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;"></td> <td style="padding-left: 5px;">18.5 % a selvas altas.</td> </tr> </table>	Básicamente son especies latifoliadas	81.5 % corresponden a selvas medianas		18.5 % a selvas altas.
Clima templado y frío 27'507.517 has.	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Especies coníferas</td> <td style="padding-left: 5px;">58 %</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Especies latifoliadas</td> <td style="padding-left: 5px;">32 %</td> </tr> </table>	Especies coníferas	58 %	Especies latifoliadas	32 %								
Especies coníferas	58 %												
Especies latifoliadas	32 %												
Clima tropical y subtropical 11'406.158 has.	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Básicamente son especies latifoliadas</td> <td style="padding-left: 5px;">81.5 % corresponden a selvas medianas</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;"></td> <td style="padding-left: 5px;">18.5 % a selvas altas.</td> </tr> </table>	Básicamente son especies latifoliadas	81.5 % corresponden a selvas medianas		18.5 % a selvas altas.								
Básicamente son especies latifoliadas	81.5 % corresponden a selvas medianas												
	18.5 % a selvas altas.												
3.123 millones de m ³ rollo (en pie)	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 10px; vertical-align: top;">Clima templado y frío 1,987 millones de m³</td> <td style="padding-left: 10px; vertical-align: top;"> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Especies coníferas</td> <td style="padding-left: 5px;">75 %</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Especies latifoliadas</td> <td style="padding-left: 5px;">25 %</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 10px; vertical-align: top;">Clima tropical y subtropical 1,136 millones de m³</td> <td style="padding-left: 10px; vertical-align: top;"> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Básicamente son especies latifoliadas</td> <td style="padding-left: 5px;">71.4 % corresponden a selvas medianas</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;"></td> <td style="padding-left: 5px;">28.6 % a selvas altas.</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Clima templado y frío 1,987 millones de m ³	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Especies coníferas</td> <td style="padding-left: 5px;">75 %</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Especies latifoliadas</td> <td style="padding-left: 5px;">25 %</td> </tr> </table>	Especies coníferas	75 %	Especies latifoliadas	25 %	Clima tropical y subtropical 1,136 millones de m ³	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Básicamente son especies latifoliadas</td> <td style="padding-left: 5px;">71.4 % corresponden a selvas medianas</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;"></td> <td style="padding-left: 5px;">28.6 % a selvas altas.</td> </tr> </table>	Básicamente son especies latifoliadas	71.4 % corresponden a selvas medianas		28.6 % a selvas altas.
Clima templado y frío 1,987 millones de m ³	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Especies coníferas</td> <td style="padding-left: 5px;">75 %</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Especies latifoliadas</td> <td style="padding-left: 5px;">25 %</td> </tr> </table>	Especies coníferas	75 %	Especies latifoliadas	25 %								
Especies coníferas	75 %												
Especies latifoliadas	25 %												
Clima tropical y subtropical 1,136 millones de m ³	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;">Básicamente son especies latifoliadas</td> <td style="padding-left: 5px;">71.4 % corresponden a selvas medianas</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;"></td> <td style="padding-left: 5px;">28.6 % a selvas altas.</td> </tr> </table>	Básicamente son especies latifoliadas	71.4 % corresponden a selvas medianas		28.6 % a selvas altas.								
Básicamente son especies latifoliadas	71.4 % corresponden a selvas medianas												
	28.6 % a selvas altas.												

disponibilidad de recursos forestales por regiones de la CNIDS 1985

Superficie en miles de hectáreas

Tipo de Estado	Año	Regiones	Coníferas			Sesuv			Superficie Arboresc	Superficie Arbustiva	Superficie Matorrales	Superficie Areas Perturbadas	Vegetación Invasora	Superficie Total	Superficie Total de la Entidad	
			Latifolias	Latifolias	Total	Alta	Mediana	Total								
A	1965-1971	Chihuahua	4 161	349	5 110	.....	.....	.....	1 100	1 325	8 990	700	16 134	24 454	1
A	1965-1971	Sonora	301	462	1 263	.....	.....	.....	1 263	2 251	1 401	12	11 596	18 205	1
A	1965-1971	State California Norte	164	.....	164	.....	.....	.....	1 750	3 343	2 11	.....	2 700	7 900	1
A	1965-1971	State California Sur	41	142	184	.....	.....	.....	1 264	1 432	1 432	.....	1 274	7 344	1
		Total	5 269	1 974	8 663	.....	.....	.....	6 869	12 019	22 973	1 003	35 724	58 944	
A	1965-1971	II Durango	3 871	724	4 665	.....	.....	.....	4 066	2 298	2 780	111	13 564	19 218	1
A	1971-1975	Zacatecas	354	358	712	.....	.....	.....	742	1 509	1 348	71	1 020	3 349	1
A	1971-1975	Coahuila	496	688	1 244	.....	.....	.....	1 514	1 205	92	320	1 74	5 853	1
		Total	4 871	1 390	6 614	.....	.....	.....	6 821	4 807	5 424	177	16 817	25 476	
A-B	1971	III San Luis Potosí	76	338	414	.....	.....	.....	425	884	3 364	167	4 407	6 500	1
A	1964	Tamaulipas	38	383	421	.....	.....	.....	477	1 812	1 078	182	3 241	7 326	1
A	1964	Nuevo León	420	.....	420	.....	.....	.....	428	580	4 328	74	5 411	8 400	1
A-B	1964	Coahuila	144	48	198	.....	.....	.....	180	281	12 248	370	13 399	34 998	1
		Total	738	770	1 506	.....	.....	.....	1 426	3 877	23 377	1 483	34 977	60 796	
A y B-C	1970-1975	IV Jalisco	1 067	1 502	2 569	.....	.....	.....	1 183	1 058	302	2	3 346	5 044	1
A-C	1965-1975	Guerrero	485	321	813	.....	.....	.....	463	643	94	166	1 34	2 988	1
A	1970	Colima	.....	29	29	.....	.....	.....	29	29	31	1	311	518	1
A	1970	Aguascalientes	.....	1	1	.....	.....	.....	13	13	11	.....	303	447	1
		Total	1 560	1 862	3 422	.....	.....	.....	1 690	2 092	1 349	197	4 979	11 948	
A	1965-1976	V Michoacán	1 262	467	1 729	.....	.....	.....	2 002	897	1 141	.....	3 130	5 990	1
A	1970-1975	Guerrero	510	500	2 016	.....	.....	.....	1 815	104	1 133	.....	3 282	6 428	1
A	1971-1975	México	407	711	1 118	.....	.....	.....	508	46	12	.....	1 066	2 149	1
A-C	1975	Guatemala	3 210	1 472	4 782	.....	.....	.....	3 346	180	238	3 861	18 937	27 600	1
		Total	5 492	3 150	8 642	.....	.....	.....	5 671	307	2 294	4 000	24 415	42 167	
A	1964	VI Oaxaca	219	1 046	1 266	53	522	370	3 241	1 709	569	2 489	3	5 211	3 380	1
A	1972	Veracruz	229	.....	229	.....	.....	.....	1 091	1 021	1 051	40	1 686	7 152	1
A	1975	Tlaxcala	274	26	300	.....	.....	.....	351	211	202	.....	3 279	3 300	1
A-C	1975	Puebla	53	.....	53	.....	.....	.....	53	53	175	.....	224	462	1
A-B	1975	Hidalgo	110	323	433	.....	.....	.....	440	138	237	.....	599	1 051	1
		Total	1 086	1 398	2 424	146	1 414	1 460	3 881	1 888	2 676	43	16 244	22 548		
A y B-C	1970-1975	VII Chiapas	210	414	1 230	800	1 239	1 120	3 540	450	1 834	117	1 639	7 421	1	
A-B y C	1970-1975	Quintana Roo	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1 871	1 214	214	.....	1 102	2 001	1
A-B	1964	Tabasco	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1 862	2 011	1 540	.....	3 217	3 840	1
A-B y C	1961-1975	Yucatán	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1 247	1 315	1 604	.....	2 010	2 540	1
		Total	2 106	414	1 430	1 600	2 292	2 290	7 811	4 289	5 098	1 809	10 396	21 180		
A-C	1974-1975	Districto Federal	34	14	48	.....	.....	.....	48	.....	.....	41	.....	148	1
A-C	1975	Quintana Roo	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1 140	1
		Total	130	109	239	.....	.....	.....	48	3	437	21	1 041	1 290	
		TOTAL	18 994	6 814	27 508	2 114	9 202	11 406	38 914	28 264	56 098	17 663	1 826	124 634	189 730	

Tipo de estado: C=Característica más representativa de las zonas de mayor disponibilidad de recursos forestales.

1. C=Característica más representativa de las zonas de mayor disponibilidad de recursos forestales.

2. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

3. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

4. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

5. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

6. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

7. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

8. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

9. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

10. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

11. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

12. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

13. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

14. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

15. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

16. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

17. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

18. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

19. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

20. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

21. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

22. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

23. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

24. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

25. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

26. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

27. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

28. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

29. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

30. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

31. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

32. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

33. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

34. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

35. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

36. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

37. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

38. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

39. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

40. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

41. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

42. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

43. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

44. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

45. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

46. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

47. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

48. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

49. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

50. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

51. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

52. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

53. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

54. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

55. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

56. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

57. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

58. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

59. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

60. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

61. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

62. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

63. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

64. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

65. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

66. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

67. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

68. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

69. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

70. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

71. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

72. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

73. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

74. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

75. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

76. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

77. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

78. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

79. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

80. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

81. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

82. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

83. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

84. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

85. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

86. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

87. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

88. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

89. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

90. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

91. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

92. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

93. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

94. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

95. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

96. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

97. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

98. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

99. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

100. Más de una zona de disponibilidad de recursos forestales en una entidad.

FUENTE: CNIDS, en base de la Dirección General de Normalización Forestal (DGNF).

disponibilidad de recursos forestales por regiones de la CNIDS 1985

Volumen en miles de m³ rotas

Regiones	Bosques de clima templado y frío			Incremento de coníferas	Selvas de clima cálido-húmedo		EXISTENCIAS TOTALES
	Coníferas y latifoliadas	Latifoliadas	Total		Selvas altas	Selvas medianas	
I Chihuahua	220 524	27 000	257 524	3 750	---	---	257 524
Sonora	44 323	12 270	56 593	831	---	---	56 593
Baja California Norte	15 378	---	15 378	99	---	---	15 378
Baja California Sur	1 530	2 460	4 290	31	---	---	4 290
Total	282 056	41 730	333 786	4 711	---	---	333 786
II Durango	245 273	6 900	251 673	6 293	---	---	251 673
Zacatecas	18 354	11 145	29 499	289	---	---	29 499
Sinaloa	27 505	10 061	44 567	459	---	49 070	53 547
Total	291 213	34 726	325 939	7 032	---	49 070	374 959
III San Luis Potosí	3 053	20 816	23 869	82	---	578	24 448
Tamaulipas	9 296	53 027	62 323	109	---	267	62 540
Nuevo León	15 213	28 265	44 158	176	---	---	44 158
Coahuila	7 712	13 091	20 803	106	---	---	20 803
Total	35 274	115 919	151 253	453	---	846	152 099
IV Jalisco	87 743	54 711	172 454	1 481	---	8 020	180 474
Nayarit	27 848	117 966	39 434	262	---	16 000	55 404
Colima	6	2 202	2 208	---	---	4 900	7 104
Aguascalientes	---	429	429	---	---	---	429
Total	116 597	66 899	214 322	1 727	---	28 920	243 963
V Michoacán	163 366	10 404	176 770	4 013	---	15 980	192 750
Guerrero	227 340	59 452	286 792	2 517	---	12 200	296 992
México	58 986	14 872	73 858	1 091	---	---	73 858
Quintana Roo	6 263	---	6 263	58	---	---	6 263
Total	457 961	85 701	545 662	8 279	---	28 180	673 962
VI Oaxaca	119 915	63 108	183 063	1 890	18 104	201 463	219 567
Veracruz	7 140	7 140	14 280	236	69 518	59 867	126 545
Puebla	31 578	1 802	33 131	176	---	9 270	42 403
Tlaxcala	7 028	755	8 383	228	---	---	8 303
Moravia	4 820	359	5 259	150	---	---	5 259
Hidalgo	21 733	15 254	36 989	413	16	1 060	38 299
Total	192 875	81 540	274 015	3 224	87 990	271 950	333 263
VII Chiapas	101 099	25 786	126 867	1 304	178 348	186 105	491 318
Campeche	---	---	---	---	24 728	135 225	156 951
Quintana Roo	---	---	---	---	26 288	76 561	104 819
Tabasco	---	---	---	---	12 453	14 712	27 165
Yucatán	---	---	---	---	---	16 103	16 103
Total	181 099	25 786	186 867	1 384	238 913	422 738	706 418
Distrito Federal¹	5 505	821	6 326	159	---	---	6 326
Coahuila¹	4 281	4 701	8 982	55	---	---	8 982
Total	9 786	1 322	11 298	216	---	---	11 298
TOTAL	1 469 947	496 486	1 967 382	27 364	324 511	611 352	3 123 213

¹ Sin región

FUENTE: CNIDS, con datos de la Dirección General de Normatividad Forestal, SARM

distribución regional de las áreas arboladas de México 1985

	Superficie hectáreas	Existencias m ³
Bosques de clima templado y frío		
Sierra Madre Occidental	13 256 255	679 915 774
Sierra Neovolcánica	5 731 937	485 558 066
Sierra Madre del Sur	4 281 100	469 874 985
Sierra Madre Oriental	2 468 950	205 466 431
Sierra de Chiapas	1 419 475	126 867 400
Península de Baja California	348 800	19 668 971
Subtotal	27 507 517	1 987 351 627
Selvas de clima tropical y subtropical		
Sureste ¹	8 267 733	889 116 734
Costa del Golfo ²	1 016 025	140 626 435
Costa del Pacífico ³	2 122 400	106 120 000
Subtotal	11 406 158	1 135 863 169
TOTAL	38 913 675	3 123 214 796

¹ Incluye las selvas de Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas, Tabasco y Oaxaca.

² Incluye las selvas de Veracruz, Puebla, San Luis Potosí, Hidalgo y Tamaulipas.

³ Incluye las selvas de Guerrero, Michoacán, Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Colima.

FUENTE: CNIDS con datos de la Dirección General de Normatividad Forestal SARH.





 **BOSQUES**
 **SELVAS**

Fig. 1 II.1 Distribución de bosques y selvas en la República Mexicana.
(Datos basados en el mapa de tipo de vegetación y uso del suelo,
elaborado por el Inventario Nacional Forestal, 1975).

Teniendo como referencia la bibliografía anterior, se dan datos de producción y consumo, una comparación de la balanza comercial referente a la importación - exportación, y la localización - geográfica de las industrias forestales.

Con relación a las especies extraídas, como es bien conocido las coníferas, principalmente las pináceas, en conjunto representan más del 80% de la producción; y en segundo lugar destaca el en cino y diversas especies latifoliadas.

localización geográfica de las industrias forestales 1985

Entidad	Industrias	Aserraderos ¹	Cajas ²	Impregnación	Contrachapados	Aglomerados	Fibra	Celulosa	Papel y celulosa	Papel	Reservas	Total
Aguascalientes		---	3	---	---	---	---	---	---	---	---	3
Baja California Norte		2	4	---	---	---	---	---	---	1	---	7
Campeche		35	---	1	1	---	---	---	---	---	---	37
Coahuila		6	5	---	---	---	---	---	---	---	---	11
Colima		1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1
Chiapas		66	---	1	3	1	---	---	---	---	---	71
Chihuahua		219	33	4	4	2	---	1	---	1	---	263
Distrito Federal		5	---	---	1	---	4	2	1	0	---	19
Durango		181	104	3	8	---	---	---	---	---	---	274
Guanajuato		1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1
Guerrero		26	2	1	---	1	---	---	1	---	1	32
Hidalgo		18	---	---	1	---	---	---	---	---	---	17
Jalisco		48	25	---	1	---	---	---	3	3	---	81
México		23	2	1	6	2	1	6	6	14	2	61
Michoacán		307	461	1	---	1	---	---	1	1	12	874
Morritos		2	2	---	---	---	---	---	---	1	---	5
Nayarit		21	5	---	1	---	---	---	---	---	---	25
Nuevo León		57	---	---	---	---	---	---	1	3	---	61
Oaxaca		39	1	3	2	1	---	1	---	---	2	50
Puebla		21	10	---	---	---	---	---	2	---	---	33
Quintana Roo		1	5	---	---	---	---	---	---	2	---	9
Quintana Roo		28	---	---	1	---	---	---	---	---	---	29
San Luis Potosí		5	2	---	---	1	1	---	---	2	---	11
Sinaloa		8	4	1	---	---	---	---	---	---	---	14
Sonora		13	---	2	---	---	---	---	---	---	---	15
Tabasco		8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	8
Tamaulipas		18	2	---	---	---	---	---	---	---	---	20
Tlaxcala		2	4	1	---	---	---	---	---	4	---	11
Veracruz		20	2	1	2	---	---	---	2	3	---	30
Yucatán		23	---	---	1	---	1	---	---	---	---	25
Zacatecas		1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1
TOTAL		1 363	678	30	32	14	8	8	14	46	38	2 094

- ¹ URFAa Seguro de caña
- ² Unidades de producción
- ³ Incluye talleres y fábricas

producción maderable por especies y productos 1984

Volumen en m³ rollo

Productos	Especies									TOTAL
	Pino	Oyamel	Otras Coníferas	Encino	Otras Hojosas	Preciosas	Tropicales	Otras		
Con escuadría										
Durmientes	147 531	---	---	23 721	---	14	78 956	---	250 222	
Tablas y tablones aserrados	1 352 946	20 030	1 278	5 602	1 480	15 459	15 916	---	1 412 711	
Madera para envases y empaques	71 478	478	20	2 196	---	699	1 199	---	76 066	
Productos industrializados	1 159	---	---	1 200	---	---	---	---	2 359	
Productos labrados	3 872	---	---	469	---	141	519	---	4 991	
Desperdicios	7 725	2 490	11	---	---	227	1 200	---	11 653	
Chapas y tableros	2 000	---	---	---	---	112	220	---	2 332	
Rollizos										
Trozos para aserrio	2 938 871	151 787	14 533	99 054	34 704	75 340	87 177	13	3 446 459	
Trozos para chapa	554 922	7 512	638	3 096	178	22 171	63 693	---	642 210	
Trozos para postería	187 817	1 428	3 251	5 064	7 047	11	24 582	---	229 220	
Material celulósico ¹	2 339 262	157 662	50 216	269 555	16 972	1 887	22 413	---	2 859 967	
Madera para combustible	59 450	12 885	157	127 174	109 005	385	159 071	66	468 193	
Otros productos rollizos	7 793	178	---	---	6 632	409	12 881	14 245	42 138	
TOTAL	7 719 824	354 428	70 104	637 141	178 018	116 855	457 627	14 324	9 448 527	

incluye un porcentaje no determinado destinado a la fabricación de tableros aglomerados y de fibra.

FUENTE: CNIDS con datos de la Dirección General de Normatividad Forestal SARH.

composición de la producción maderable 1981-1985

Volumen en miles de m³ rollo

Productos	1981	1982	1983	1984	1985*
Ecuadoría					
Tablas y tablones aserrados	1 526.2	1 361.1	1 297.9	1 412.7	1 480.8
Durmientes	402.0	307.8	215.8	250.2	279.1
Madera para envase y embalaje	181.4	215.1	299.3	76.1	208.8
Labrados	6.3	4.2	11.3	5.0	6.7
Madera para chapas y tableros	---	10.4	7.5	2.3	6.6
Industrializados	5.2	2.2	3.2	2.4	3.2
Desperdicios de madera	1.0	1.3	3.7	11.7	4.0
Subtotal	2 122.1	1 902.1	1 836.7	1 760.3	1 989.2
Rolifzos					
Trozos para aserrío	3 340.6	3 643.6	3 063.3	3 446.5	3 655.5
Trozos para chapa	248.3	234.7	713.2	642.2	676.3
Trozos para postería	191.6	205.4	223.2	229.2	236.6
Material celulósico	2 479.0	2 457.6	2 393.3	2 860.0	2 864.5
Rollo para combustible	550.1	520.0	515.9	468.2	484.3
Otros productos en rollo	22.5	34.1	---	42.1	39.8
Subtotal	6 832.3	7 095.4	6 906.9	7 688.2	7 957.0
TOTAL	8 954.4	8 997.5	8 743.6	9 448.5	9 946.2

* Cifras preliminares

FUENTE: CNIDS con datos de la Dirección General de Normatividad Forestal SARH

consumo aparente de productos maderables 1981-1985

Volumen en miles de m³ rollo

	1981	1982	1983	1984	1985
Productos con escuadría¹					
Producción Nacional	5 448	5 534	4 876	5 219	5 638
Consumo aparente	5 069	5 833	4 965	5 305	5 728
Relación producción/consumo	92.8%	94.9%	98.2%	96.4%	98.4%
Productos celulósicos					
Producción Nacional ¹	2 479	2 458	2 393	2 874	2 885
Consumo aparente	6 282	5 153	5 397	6 132	5 308
Relación producción/consumo	39.6%	47.7%	44.3%	46.9%	54.0%
Chapa y triplay¹					
Producción Nacional	261	245	721	648	683
Consumo aparente	376	270	713	663	716
Relación producción/consumo	69.4%	90.7%	101.1%	99.7%	95.4%
Postes, pilotes y mortícos					
Producción Nacional	192	205	223	223	237
Consumo aparente	200	216	223	224	243
Relación producción/consumo	96.0%	94.9%	100.0%	99.5%	97.5%
Los demás²					
Producción Nacional	22	35	18	18	39
Consumo aparente	14	59	-122	-122	-122
Relación producción/consumo	157.1%	59.3%	-15.6%	-15.6%	-32.0%
Toda la producción industrial³					
Producción Nacional	8 400	8 477	8 231	8 982	9 462
Consumo aparente	12 721	11 496	11 176	12 202	11 673
Relación producción/consumo	66.0%	73.7%	73.6%	73.6%	79.7%

¹ Incluye productos y materias primas para su elaboración.

² No incluye combustibles.

³ Incluye un porcentaje no determinado destinado a la fabricación de tableros aglomerados y fibra.

FUENTE: CNIDS con datos de la Dirección General de Normatividad Forestal SARH, y la Dirección General de Estadística SPP.

principales productos importados 1985

11

Concepto	Valor en pesos
I Materiales crudos	13 747 873 506
Madera simplemente aserrada	11 265 786 267
Madera cepillada ranurada, machihembrada, con lengüetas, cráfanos y análogos	1 486 627 124
Pielera de todo tipo	495 514 485
Madera en tronco (rollizos)	282 780 871
Esbozos para bastones, mangos para herramientas, etc.	79 349 785
Los demás	137 812 973
II Manufacturas de madera	5 817 072 556
Tableros chapados y contrachapados	1 695 052 240
Tableros aglomerados	1 299 748 681
Obras de carpintería y piezas para construcción	329 857 946
Cajas y envases similares	171 390 581
Tableros de fibra	122 753 854
Marcos para cuadros, espejos y análogos	110 298 029
Mangos y monturas para herramienta	94 842 750
Chepes de maderas	80 984 364
Maderas llamadas "mejoradas"	73 780 257
Los demás	1 438 563 654
III Materias utilizadas en la fabricación de papel	57 588 545 201
Desperdicios de papel o cartón	16 821 066 422
Celulosas al sulfato de coníferas	11 337 498 585
Pastas químicas de otro contenido de alifercuosas	11 306 445 803
Celulosas al sulfato de no coníferas	8 373 127 020
Celulosas al sulfato para fabricar envases para leche	5 401 424 124
Pasta mecánica de maderas	1 847 464 741
Los demás	2 479 318 506
IV Papel, cartón y sus manufacturas	32 773 967 560
Papel para periódico	5 775 619 511
Otros papeles y cartones	46 998 348 049
TOTAL	126 707 458 823

FUENTE: ONDIS con datos de la Dirección General de Estadística, SPP

importación total 1981-1985

Volumen en m³ cúbico

Concepto	1981	1982	1983	1984	1985
I Materiales crudos	493 720	321 363	157 735	183 909	294 978
Leña y carbón vegetal	3 309	2 606	4 895	2 507	8 658
Madera en bruto simplemente desbastada	27 022	24 532	2 451	7 326	12 187
Madera con grado de elaboración primaria ¹	463 389	294 195	150 389	174 078	276 121
II Manufacturas de madera	114 350	88 119	10 268	14 848	53 639
Tableros de madera ²	98 085	61 996	7 094	11 513	44 946
Otras manufacturas de madera ³	16 265	6 223	3 174	3 133	8 693
III Materias utilizadas en la fabricación de papel⁴	2 073 487	1 879 390	2 706 148	3 372 202	2 182 795
IV Papel, cartón y sus manufacturas	1 781 190	892 442	502 087	267 610	505 000
TOTAL	6 442 747	3 181 314	3 378 238	3 738 567	3 046 418

¹ Incluye durmientes dueros, maderas labradas, aserrada y cepillada

² Incluye chapas, tableros contrachapados, aglomerados y de fibra

³ Incluye molduras, querces, cajas, puertas, ventanas, formas para calzados, etc.

⁴ Incluye pulpa de madera y desperdicios de papel

FUENTE: ONDIS con datos de la Dirección General de Aduanas, SHCP y la Dirección General de Estadística, SPP. (Se utilizaron los coeficientes de FAO en las conversiones a metros cúbicos en milio)

principales productos exportados 1985

15

Concepto	Valor en pesos
I Materiales crudos	2 189 078 781
Madera serrada en tablas	395 540 874
Leña y carbón vegetal	661 835 866
Madera aserrada en tablas	312 782 787
Los demás	188 122 174
II Manufacturas de madera	18 475 938 708
Madera labrada en cornisas, listones y molduras	5 890 231 085
Marcos para cuadros, espejos y análogos	4 878 224 685
Tableros aglomerados	4 186 340 721
Puertas, ventanas y sus marcos	962 293 084
Artículos de marquetería	801 001 885
Palos para escoba	399 434 826
Maderas laminadas "meloradas"	330 349 312
Tablas y tabillas ensambladas para pisos	90 131 309
Cajas y envases similares	88 332 627
Chapas de madera	85 612 733
Otras maderas para construcción	81 064 584
Tableros contrachapados	64 583 912
Los demás	42 989 915
III Materiales utilizados en la fabricación de papel	35 179 829
IV Papel, cartón y sus manufacturas	20 025 914 839
Cajas y bolsas de papel o cartón	1 331 721 869
Los demás	18 693 892 969
TOTAL	40 685 813 288

FUENTE: ONDS con datos de la Dirección General de Estadística, SPP

exportación total 1981-1985

Volumen en m³ rollo

Concepto	1981	1982	1983	1984	1985
I Materiales crudos	28 980	9 891	39 828	125 715	280 727
Leña y carbón vegetal	14 090	5 260	25 864	78 034	101 983
Madera en bruto simplemente desbastada	3	17	189	60	56
Madera con grado de elaboración primaria ¹	12 887	4 614	12 875	47 615	159 278
II Manufacturas de madera	54 199	58 402	208 888	188 218	213 823
Tableros de madera ²	1 859	26 783	136 488	135 527	173 983
Otras manufacturas de madera ³	52 340	29 639	52 120	50 688	39 240
III Materiales utilizados en la fabricación de papel⁴	677	1 622	285	1 638	888
IV Papel, cartón y sus manufacturas	51 388	74 488	284 238	280 682	284 328
TOTAL	133 284	142 413	482 689	394 229	728 101

¹ Incluye durmientes, cuetes, madera labrada, aserrada y aserrada

² Incluye chapas, tableros, contrachapados, aglomerados y de fibra

³ Incluye molduras, cuetes, cajas, puertas, ventanas, hornos para calzado, etc.

⁴ Incluye pulpa de madera y desperdicios de papel

FUENTE: ONDS con datos de la Dirección General de Aduanas, SHCP y la Dirección General de Estadística, SPP

composición de la balanza comercial 1981-1985

Volumen en miles de m³ roto

	1981	1982	1983	1984	1985
Productos con escudría					
Importaciones	473	299	153	177	261
Exportaciones	50	33	84	91	191
Saldo	- 423	- 266	- 89	- 86	- 90
Productos celulósicos					
Importaciones	3 635	2 771	3 208	3 540	2 868
Exportaciones	52	76	204	282	255
Saldo	-3 783	-2 895	-3 004	-3 258	-2 443
Chapa y triplay¹					
Importaciones	117	32	9	17	34
Exportaciones	2	7	17	2	1
Saldo	- 115	- 25	8	- 15	- 33
Posas, pilotes y morillos					
Importaciones	8	11	---	1	6
Exportaciones	---	---	---	---	---
Saldo	- 8	11	---	- 1	6
Otros productos maderables²					
Importaciones	7	45	1	1	20
Exportaciones	15	21	141	141	181
Saldo	8	24	140	140	161
Suma de los productos industriales					
Importaciones	4 440	3 156	3 371	3 736	3 039
Exportaciones	119	137	428	516	628
Saldo	-4 321	-3 021	-2 845	-3 220	-2 411
Leña y carbón					
Importaciones	3	3	5	3	7
Exportaciones	14	5	28	78	101
Saldo	11	2	21	75	94
Suma de todos los productos					
Importaciones	4 443	3 181	3 376	3 739	3 046
Exportaciones	133	142	452	594	729
Saldo	-4 310	-3 019	-2 924	-3 145	-2 317

¹ Incluye productos y materias primas para su elaboración

² Incluye tableros aglomerados, de fibra y otros productos

FUENTE: CNIS con datos de la Dirección General de Aduanas
SICP, y la Dirección General de Estadística SPP

composición de la balanza comercial 1981-1985

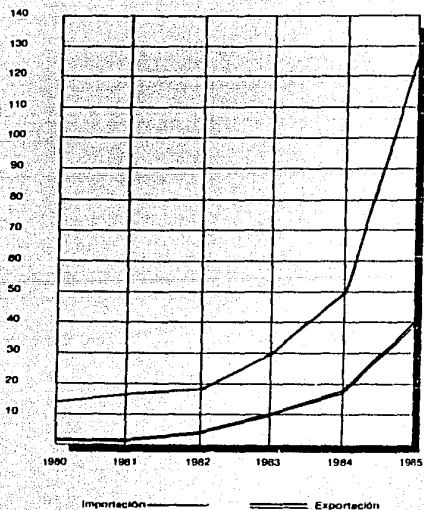
Valor en miles de pesos

	1981	1982	1983	1984	1985
Productos con estadía					
Importaciones	1 648 507	1 863 264	2 003 306	3 024 551	13 791 969
Exportaciones	888 327	1 659 045	5 413 303	8 964 764	13 460 491
Saldo	- 760 190	- 274 219	- 2 813 075	- 3 040 203	- 331 478
Productos Celulósicos					
Importaciones	13 050 872	14 361 978	29 231 617	46 811 176	110 342 523
Exportaciones	201 351	357 428	2 855 187	8 652 984	20 060 756
Saldo	-12 859 571	-14 024 552	-26 376 450	-39 146 211	-90 281 718
Chapa y Triplay¹					
Importaciones	521 632	290 183	269 695	596 685	2 056 817
Exportaciones	21 273	82 119	442 896	370 826	140 000
Saldo	- 600 376	- 204 064	- 153 201	- 225 956	- 1 818 817
Papeles, plicios y morillos					
Importaciones	46 560	110 209	4 557	51 368	495 514
Exportaciones	---	---	---	899	---
Saldo	- 46 560	- 110 209	- 4 557	- 50 367	- 495 514
Otros productos maderables²					
Importaciones	118 710	251 750	49 723	200 863	2 973 087
Exportaciones	137 878	269 297	1 210 436	2 552 048	8 372 891
Saldo	18 908	- 17 547	- 1 160 713	- 2 351 185	- 3 369 804
Suma de los productos industriales					
Importaciones	15 498 321	17 053 384	32 178 900	50 364 650	129 861 900
Exportaciones	1 249 578	2 407 837	9 624 882	18 551 701	40 034 177
Saldo	-13 147 742	-14 595 497	-22 254 018	-34 033 148	-89 827 723
Leña y carbón					
Importaciones	17 342	11 626	12 473	12 789	45 559
Exportaciones	12 025	4 174	80 128	318 071	681 836
Saldo	- 5 318	- 6 552	- 67 655	- 303 768	- 618 077
Suma de todos los productos					
Importaciones	15 413 864	17 014 410	32 191 373	50 567 632	129 707 459
Exportaciones	1 260 804	2 412 581	10 026 010	18 865 272	40 565 813
Saldo	-14 153 060	-14 602 049	-22 186 363	-33 729 360	-86 011 648

¹ Incluye productos y metales primas para su elaboración
² Incluye labores aglomeración, de liora y otros productos

BUENOS AIRES - CNIDB con datos de la Dirección General de Aduanas
SIC y la Dirección General de Estadística SPT

balanza comercial 1981-1985



Valor en miles de pesos

	1981	1982	1983	1984	1985
Importación	15 413 864	17 014 410	32 191 373	50 597 832	129 707 459
Exportación	1 280 804	2 412 361	10 005 010	16 858 272	40 695 813
Saldo	- 14 153 060	- 14 602 049	- 22 186 363	- 33 729 360	- 89 011 646

FUENTE: CNIRA con datos de la Dirección General de Aduanas
SHCP y la Dirección General de Estadística, SP*

Analizando la tabla de datos de consumo aparente de productos maderables en los años de 1981 a 1985, se puede observar que el consumo es mayor que la producción. Por lo que ha sido necesario recurrir a la importación de madera y derivados para tratar de satisfacer las demandas. También se ha recurrido a la exportación como un medio para generar divisas tan necesarias al país; pero analizando lo que se exporta y lo que se importa, en M3 rollo y su valor en miles de pesos, se observa un resultado negativo en esta balanza comercial.

11.3 - PERSPECTIVAS FUTURAS

El potencial económico de los bosques mexicanos --- (38.9 millones de hectáreas;) resulta evidente por comparación con las superficies arboladas comerciales de dos países que suelen considerarse como netamente forestales : Suecia, con 27.5 millones de hectáreas y Finlandia, con 24 millones de hectáreas de superficie forestal-comercial. Pareciera que estos recursos fueran suficientes para atender la demanda de madera, sin embargo, por lo visto anteriormente esto no ha sido posible. Al igual que el resto del mundo, existe en México una clara tendencia a un aumento de la demanda de madera. Se debe esto principalmente a la presión demográfica. Influye también el desarrollo de nuevas aplicaciones de la madera. Entre estas puede citarse el uso de madera para construcción de vivienda, campo que en la actualidad está despertando en México un interés creciente.

Para poder atender adecuadamente a las demandas futuras es importante, entonces, que la política forestal que adopte el país conserve y regenere los bosques y las selvas, promueva formas eficientes de obtención, distribución y aprovechamiento de la madera. Todo ello debe hacerse sin ocasionar perturbaciones en el equilibrio ecológico y teniendo en cuenta que los bosques además de proporcionar combustible y una materia prima de gran importancia para la industria, tie

ne otras funciones. Entre estas figuran la de proteger el medio ambiente, regulando el régimen hídrico y reduciendo la erosión -- y la de proporcionar zonas de recreo. Puesto que el suelo es un recurso limitado debe considerarse también el equilibrio entre las superficies de bosques y selvas, las destinadas a la agricultura y las requeridas para los asentamientos humanos.

Acciones tendientes a conservar e incluso incrementar nuestros recursos forestales :

- Establecer sistemas apropiados de protección contra incendios, plagas e insectos.

- Evitar la agricultura "Nómada", basada en sistemas de "Roza, tumba y quema", que recurren a la tala de bosques para abrir nuevos campos de cultivo.

- La reforestación

En cuanto a la explotación y el aumento del rendimiento de los bosques existen muchas alternativas, pueden ser :

- El Desarrollo de una red apropiada de caminos de -- penetración de bajo costo.

- Formar cooperativas y la coordinación de recursos ejidales.

- Mejorar las técnicas de corte.

- Desarrollo con tecnología nacional de equipo económico para transporte de troncos.

- Desarrollo de técnicas para recolectar y elaborar -- de un modo económico las maderas de baja calidad y pequeñas dimensiones tan comunes en los bosques tropicales y subtropicales.

Medidas necesarias para el aprovechamiento de la made-

ra :

- Promover el uso racional de la madera, ya que gran parte se utiliza para obras provisionales (cimbres y obras falsas).

- Mejorar los métodos de clasificación en cuanto a sus propiedades mecánicas a fin de que el dimensionamiento de las piezas sea con mayor eficiencia.

- La búsqueda de formas de aprovechar para fines estructurales maderas de calidades inferiores y dimensiones pequeñas. -- En este aspecto pueden ser, los tableros o paneles y la madera laminada en colada.

Se puede decir, que México cuenta con recursos forestales importantes cuya potencialidad no está siendo aprovechada plenamente. Para mejorar esta situación se requiere una planeación nacional que conduzca a acciones prácticas efectivas. La planeación debe comprender medidas inmediatas sencillas, de fácil implementación, -- aunque sean modestas, y programas con objetivos a largo plazo. Requisitos para una planeación realista y su puesta en práctica son el disponer de información adecuada y contar con el personal debidamente capacitado.

El problema de recursos humanos es grave. Es notable la falta de personal con preparación adecuada en todos los niveles: Ingenieros, arquitectos, etc.

Anualmente se requieren de siete a diez profesionistas con grados mayores de licenciatura, de cincuenta a setenta y cinco con licenciatura, de cien a ciento veinticinco técnicos, de doscientos a -- doscientos cincuenta auxiliares y de seiscientos a setecientos treinta obreros calificados. "Programa Nacional del Desarrollo Forestal, Secretaría de Agricultura y Ganadería, Subsecretaría Forestal y de la Fauna, México, D.F. 1974.

Se requiere de un mínimo de mil profesionistas con postgrado, cinco mil con licenciatura, diez mil técnicos, veinte mil auxilia

res y mil obreros calificados para poder lograr una real explotación de la madera. Análisis realizado por el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (Conalep) sobre las actividades forestales y silvícolas, 1986.

El sistema educativo dista mucho de satisfacer estas necesidades.

LA MADERA COMO MATERIA PRIMA

La madera es un producto orgánico de origen vegetal, de composición y estructuras bien definidas. Toda la madera proviene de árboles, los cuales invariablemente están constituidos por dos -- clases de madera, dependiendo de su ubicación en el tronco. La -- porción del centro que es más densa y seca se llama duramen, mientras que la parte que rodea al duramen que es más húmeda se llama albura.

Las partes fundamentales de un árbol son : Figura III.1

Corteza. - La corteza exterior de un árbol lo protege de insectos y lesiones; la corteza interior es impermeable y retiene la sabia.

Cambium. - Es una sustancia viscosa que se encuentra entre la corteza interior y la albura. Es donde se efectúa el crecimiento del árbol.

Albura. - Está formado por células vivas que llevan la savia desde las raíces al tronco. Es de color muy claro.

Corazón. - Cuando el árbol se hace viejo, las capas de albura gradualmente se convierten en el corazón. Las células del corazón están llenas con resinas y gomas que no tienen ninguna función.

Médula. - Es una sustancia suave que se encuentra en el centro del árbol. Cuando el árbol envejece, las células de alrededor se cierran tanto que a menudo en los árboles maduros ya no se encuentra -- médula.

Rayos Medulares. - Son una serie de células que parten del -

centro del árbol hacia el exterior del tronco; distribuyen alimento horizontalmente a través del árbol y mantienen los anillos anuales juntos.

Anillos anuales..- Cada anillo anual tiene dos secciones; madera de primavera y madera de verano. Cada anillo completo representa un año de crecimiento. Todos los anillos son concéntricos.

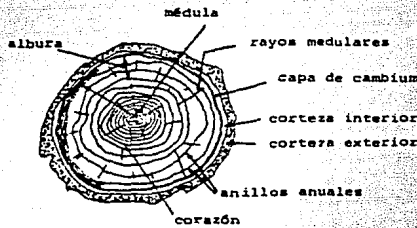


FIG. III.1 Corte Transversal de un tronco de árbol.

III.1 OBTENCION Y TRANSFORMACION

La madera es obtenida de los bosques y/o selvas en forma de trozas con maquinaria y equipo apropiado para la explotación y transporte (Fig. III.1.1), aunque esta, en ocasiones se realiza en forma muy rudimentaria.

Posterior a la tala, las trozas, son transportados a los aserraderos para ser dimensionados (Fig. III.1.2 a III.1.5).

Los métodos de corte (dimensionamiento), pueden ser : -- tangenciales, radiales o una combinación de ambos (Fig. III.1.6.). El corte tangencial ofrece una textura grata, pero tienden a curvarse o alabarse y a desgastarse fácilmente. El radial, proporciona una textura uniforme y con poca tendencia al alabeo y buena resistencia al desgaste, pero implica mayor dificultad en el corte y mayor desperdicio -- que el método tangencial. Para contrarrestar estos inconvenientes, se recurre a los otros tipos de corte.

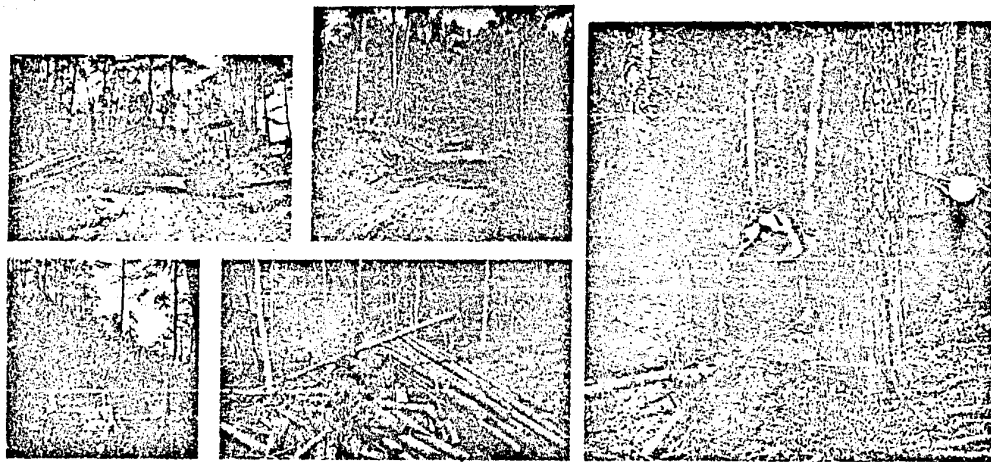


Fig. III.1.1. Explotación de bosques para madera.

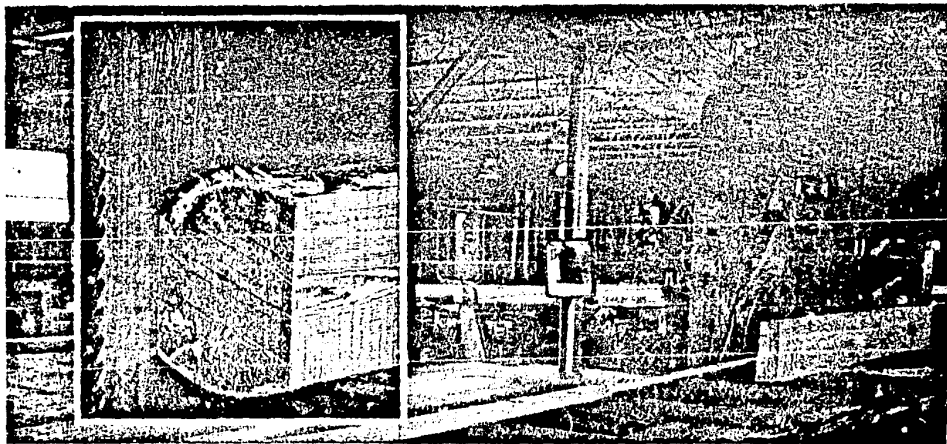


FIG. III.1.2 DIMENSIONAMIENTO DE MADERAS.

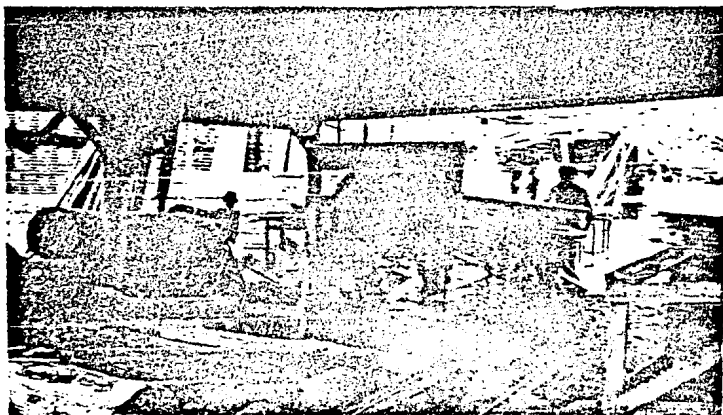


Fig. III.1.3 Otro tipo de instalación para el dimensionamiento de maderas.

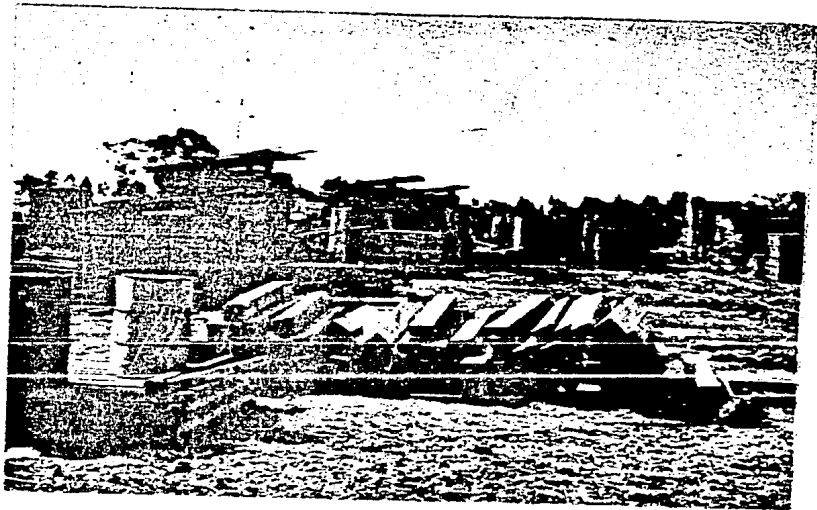


Fig. III. 1.4 Madera aserrada y clasificada.

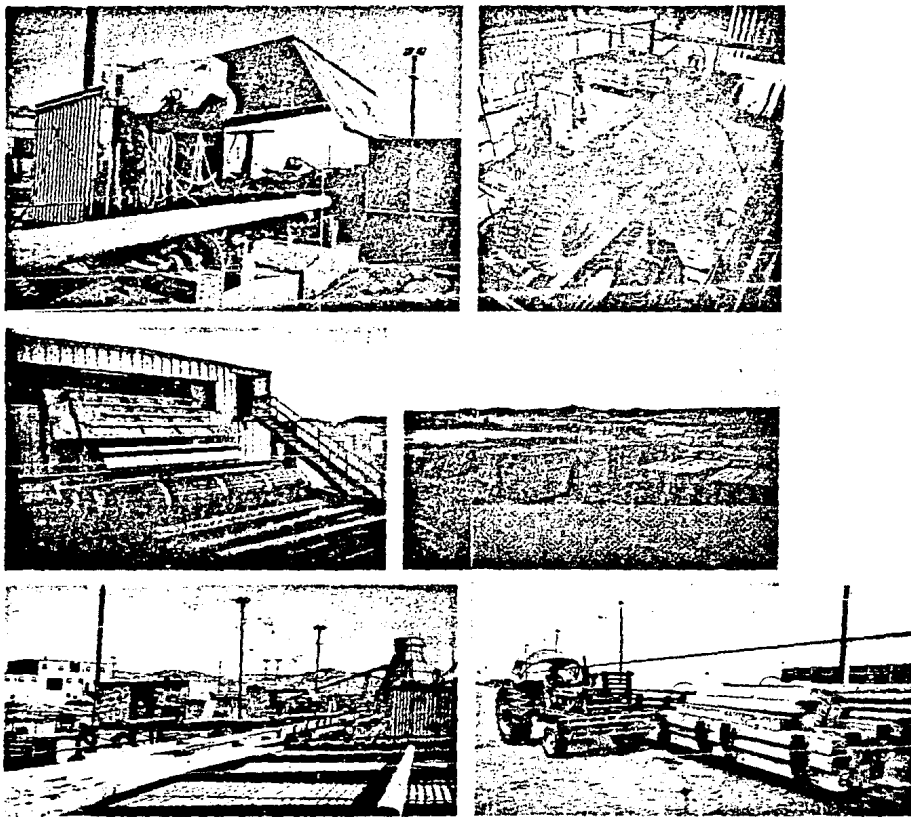


Fig. III.7.5 Aserradero de maderas.
Grupo Guadiana, Durango, Dgo.

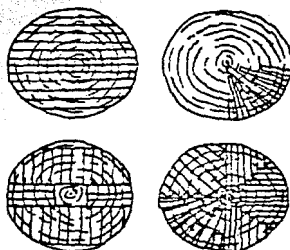


Fig. III.1.6 Métodos de Corte.

III.2 CLASIFICACION

Por su procedencia, las maderas se pueden clasificar en dos grupos : Maderas blandas y maderas duras.

Las maderas blandas provienen de árboles conocidos como coníferas, que tienen hojas en forma de agujas y la conservan todo el año, como el abeto, pino, pinabeto, etc. Estas se usan generalmente para cimbras, construcción de casas, aislamiento, etc.

Por otra parte, las maderas duras provienen de árboles de hoja ancha. Debido a que estos árboles se desprenden de sus hojas en invierno, se conocen como árboles caducos o de hoja caduca. Estas especies, son las llamadas maderas preciosas, como la caoba, el cedro-rojo, etc. Se utilizan generalmente para la fabricación de muebles.

Para su uso estructural y como materia prima en carpintería se le puede clasificar de acuerdo a la norma DGN C18-1946 de la Se

cretaría de Industria y Comercio (Tabla III,2.1), o alternativamente de acuerdo a las figuras III,2.J, y III,2.2 y las tablas III,2.2 y III,2.3 del Núm. 404, Diseño y Construcción de estructuras de Madera, Instituto de Ingeniería, U.N.A.M.

La norma DGN C18-1946 clasifica a la madera en cinco grupos : madera selecta, madera de primera, madera de segunda, madera de tercera calidad y madera de desecho. La clasificación considera nudos, fisuras, bolsas de resina, etc., pero sin tomar en cuenta su localización con relación al trabajo estructural de la pieza.

Debido a estas deficiencias, se realizaron trabajos de investigación experimental para determinar los efectos que sobre la resistencia de la madera tiene un cierto número de defectos. En estas condiciones, se tienen cuatro calidades : V-75, V-65, V-50 y V-40. La calidad V-40 significa que la resistencia de esa madera está entre 40 y el 49 por ciento de la resistencia que tendría si careciera de defectos; la resistencia de una madera clasificada como V-50 es entre el 50 y el 64 por ciento de la correspondiente a madera sin defectos y así sucesivamente.

La madera blanda, que es la de uso más común en las construcciones se pueden clasificar de la siguiente manera :

MADERA BLANDA
(Esta clasificación se aplica a la madera en bruto o cepillada. Las formas dadas son nominales.)

Madera Comercial
(Madera de grueso menor de 5 plg. para aplicación general en las construcciones, que se clasifica según el uso de cada la pieza.)

Madera Estructural
(Madera de 5 ó más plg. de grueso y ancho, excepto viguetas y tablonas clasificadas de acuerdo con su resistencia y el uso a que se destina la pieza entera.)

Madera por Elaborar
(Clasificada por el área de la pieza que se presta para hacer piezas cortadas de cierto tamaño y calidad.)

Labrada (de grueso no mayor de 4 plg. y de ancho no mayor de 16 plg.)

Tablas comunes (de grueso menor de 2 plg. y de uno ó más pulgadas de ancho.)

Aserada común (de 2 plg. y menor de 5 plg. de grueso y de 2 plg. ó más de ancho.)

Viguetas y tablonas (de 2 a 4 plg. de grueso y de 4 ó más de ancho.)

Vigas y largueros (de 5 plg. ó más de grueso y 8 ó más de ancho.)

Postes y madera gruesa (de 5 x 5 plg. y mayor.)

Tablonas para listones, clasificadas para puertas, marcos y otras piezas de 1 1/2" ó más de grueso y 5" ó más de ancho.

Madera de taller clasificada para cortar piezas en general.

Tablonas (de 2 a 4 plg. de grueso y de 8 plg. ó más de ancho.)

Alfanzas (de 2 a 5 plg. de grueso y de anchura máxima de 6 plg.)

Viguetas gruesas (de 4 plg. de grueso y de 8 plg. ó más de ancho.)

TABLA III. 2. I
CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES DE LA MADERA
SEGUN NORMA C-18-1946 DE LA D.G.N.

GRADO	NUDOS	MANCHAS	BOLEAS DE RESINA	VEJAS	GRIETA	RAJADURAS	PARTES PODRIDAS	TOLENCIA EN DIMENSI.	HUMEDAD MAXIMA	CAMBIO DE COLOR	AGUJEROS	TORCEDURAS
A SELECTA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	10%		NO	NO
B PRIMERA	2 MM MAX.	NO	NO	10 cm MAX.	10 cm MAX.	NO	NO	30 a 100 a 100 a 400 Esp. Ancho 10 mm 10 a 30 a 100 a 400 Esp. 1.5 mm	15 %	10 cm MAX.		NO
C SEGUNDA	Sanos tabla: 11 D 2 veces más MAX.	Menor de 1/12 ancho a 1/16 Long.	MAX. 5 MM a 150 MM.		10 MM MAX.	Solo en maderas: 3 MM 252 MM. MAX.	NO	Espesor 2.5 y 5 Mancha 1 Nm.	20%	Ligero en superficie.	2 MM a 5 MM si D 2 veces más nudo MAX.	NO
D TERCERA	Sanos tabla: 11 D ancho de la cara. Enferma: uno por cara.		MAX. 10 MM a 200 MM	Vejas: GROS: 1/4 super.ficie total	MAX. 252 MM.	En secciones más y menor que: ANCHO 5 y 1/6			20%	1/2 de superficie de la cara.	2 MM Tab. O 2 veces más nudo MAX.	5MM
E DESECHO	NO CUMPLEN LAS ESPECIFICACIONES DE LA D TERCERA											

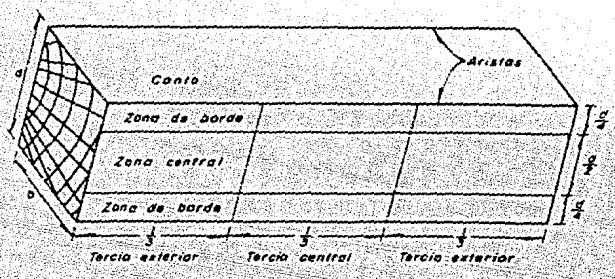
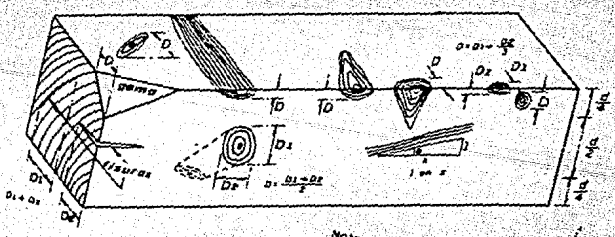


Fig. III.2.1. Zonas en un elemento a flexión, para su clasificación estructural.



Nota: En elementos a compresión, para clasificar la madera se usará la dimensión menor del nudo en lugar del promedio.

Fig. III.2.2. Medición de nudos, inclinación de fibra, gema, velocidad de crecimiento y fibra.

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)	12.0	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 cerca 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 III.2.2 Dimensiones máximas permisibles de nudos presentes en un elemento estructural, en Cm.

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 bolsos 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

Tabla III.2.3. Limitaciones a los defectos para calidades V-75, V-65, V-50 y V-40

La madera posee tanto propiedades físicas, como propiedades mecánicas.

Las propiedades físicas, son propiedades naturales de la madera. Dependen de la especie, crecimiento, edad, contenido de humedad, clases de terreno y distintas partes del tronco. Siendo estas las siguientes :

- Densidad o peso volumétrico .- Es la relación entre el peso del material y el de igual volumen de agua.

- Peso específico o gravedad específica.- Es el peso del material (En este caso el de la madera), indicando la mayor o menor cantidad de aire incluida en ella. Depende únicamente de la densidad de la materia leñosa.

- Contenido de humedad. La madera es un material higroscópico; propiedad de absorber y exhalar humedad. Es la relación que existe entre el peso del agua que contiene la madera y el peso anhidro de ésta.

- Coeficiente de dilatación térmica. Es una medida del cambio de dimensión producido por una variación de temperatura. En la madera, este cambio es muy pequeño.

- Conductividad Térmica.- Es una medida de la rapidez con que fluye la energía térmica o calor a través de un material sometido a un gradiente de temperatura. En la madera es menor que en la mayoría de los demás materiales de construcción. La del acero es por ejemplo 400 veces mayor y la del concreto 10 veces mayor. Es por eso, que la madera es un material apreciado como aislante al calor.

- *Conductividad eléctrica.* - La madera seca es mala conductora de electricidad, pero húmeda se hace conductora de ésta.

Las propiedades mecánicas son propiedades de resistencia a esfuerzos de trabajo .

La madera tiene tres ejes de simetría perpendiculares entre sí: longitudinal o paralelo a la veta, tangencial y radial; -- por lo tanto, sus propiedades de resistencia y elasticidad difieren en estas tres direcciones debido a la orientación estructural de las células de la madera. Dichas propiedades son las siguientes :

- *Resistencia a la tensión.* - Es el que se produce, al aplicar una fuerza que tiende a estirar o alargar un miembro. En la madera, la máxima resistencia a la tensión se presenta en la dirección paralela a las fibras.

- *Resistencia a la compresión.* - Es el que se produce cuando una fuerza tiende a comprimir o aplastar un miembro estructural. En la madera, en dirección paralela a las fibras varía aproximadamente de la mitad a la tercera parte de su resistencia a la tensión misma.

- *Resistencia al cortante.* - Se produce cuando dos fuerzas iguales, paralelas y de sentido contrario, tienden a hacer resbalar, una sobre otra, las superficies contiguas de un miembro. La resistencia -- a esfuerzo cortante de la madera es considerablemente mayor en dirección transversal a las fibras que paralelamente a ellas.

- *Resistencia a la flexión.* - Es la resistencia de la madera a la flecha (colgarse). Esta decrece al aumentar el peralte.

- *Dureza.* - La dureza es un buen índice de la resistencia -

a la abrasión o al desgaste. Se mide generalmente por medio -- de la prueba JANKA, consiste en determinar la fuerza en kilogramos -- que se necesita para hacer penetrar en la madera una esfera de acero de 0.444 Pulg. hasta una profundidad de 0.111 Pulg.

- Módulo de elasticidad. - Es la relación entre el es fuerzo unitario y la deformación unitaria, con tal que el esfuerzo -- unitario no exceda el límite de elasticidad del material.

Factores que influyen en el comportamiento y la resis tencia de la madera :

- Peso específico
- Contenido de humedad
- Características de crecimiento (defectos naturales), como son, la rapidez de crecimiento, nudos, bolsas de resina, grietas, etc.
- Defectos debido a los procesos de aserrado y secado (defectos artificiales), como son, rajaduras debido al secado, alabec, colapso, etc.
- Influencia del tiempo.

En las tablas siguientes se indican las propiedades me-- cánicas de las maderas en México, de acuerdo a su clasificación. En -- la tabla III.3.1 se muestran los esfuerzos permisibles de la madera de acuerdo a la norma DGN C18-1946 y en la tabla III.3.2 los esfuerzos -- permisibles de acuerdo a la clasificación hecha con respecto a las figu ras III.2.1 y III.2.2 y las Tablas III.2.2 y III.2.3 de la sección ante rior.

ESFUERZOS PERMISIBLES,
en kg/cm²; condición verde

Solicitación	Selecciona	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 (x 10 ³)				
medio	70	70	70	70
mínimo	40	40	40	40

TABLA : III-3.1

ESFUERZOS PERMISIBLES
en kg/cm²; condición verde

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 (x 10 ³)				
medio	70	70	70	70
mínimo	40	40	40	40

TABLA : III-3.2

Los troncos de los árboles tienen como funciones la de sostenerlos y actuar como conductores de savia. Al ser derribado un árbol para ser transformado en madera aserrada, chapa o pulpa para papel, el tronco contiene gran cantidad de agua dentro de su estructura. Por lo que es necesario reducir su contenido de humedad, teniendo en consideración sus fines de servicio (Fig. III.4.1). El contenido de humedad para la madera aserrada curada al aire es del 10 al 15%, la madera curada en estufa debe contener cerca del 5% de humedad.

Ventajas que aporta el secado de la madera :

- Mejora la estabilidad dimensional de la madera en uso minimizando los cambios dimensionales como respuesta a cambios en contenido de humedad.

- Aumenta notablemente la resistencia mecánica y mejora sus características como aislante térmico, acústico y eléctrico.

- Aumenta extraordinariamente la resistencia a ser biodegradada, especialmente por hongos causantes de pudriciones.

- Permite un mejor tratamiento impartiendo una mayor duración con preservadores, barnices, pinturas y repelentes al agua.

Se aprecia fácilmente que secando la madera correctamente y manteniéndola en ese estado se elimina en gran medida los principios -- inconvenientes por lo que algunos constructores desconfían de la madera como material estructural. El desconocimiento de las ventajas que se -- obtienen de secar y mantener seca la madera ha sido causa de que las -- construcciones con este material a veces exhiban un comportamiento inde -- seable debido a que se usó una madera verde o con un alto contenido de -- humedad. El secado en servicio de la madera en estas condiciones oca -- siona grietas, rajaduras, alabeos y torceduras.

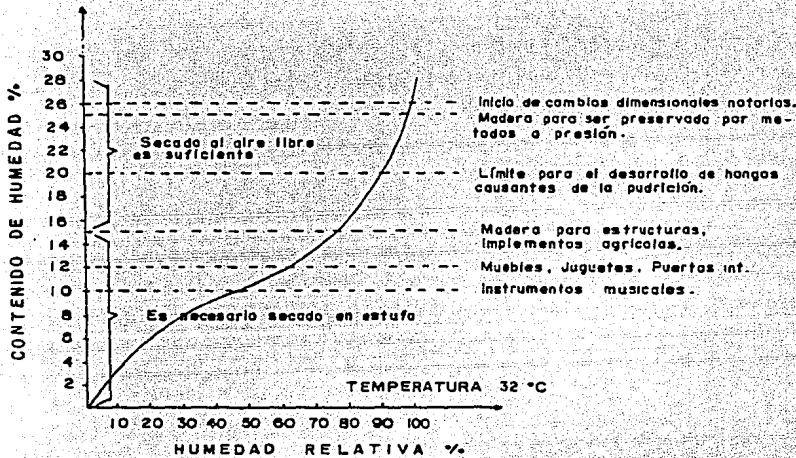


Fig. III. 4.1 Relación de contenido de humedad en equilibrio de la madera y humedad relativa de la atmósfera, señalando los contenidos de humedad recomendados de la madera.

MÉTODOS DE SECADO

a).- *Secado al aire libre.*- La madera se dispone en capas con tiras separadoras, formando paquetes, para que el aire circule entre las piezas de madera llevándose el vapor de agua. Se pueden colocar bajo una estructura techada pero sin paredes, la cual protege a la madera de la lluvia y de los rayos directos del sol, o bien, con un ángulo de inclinación para que el agua de lluvia pueda escurrirse - - (Fig. III.4.2).

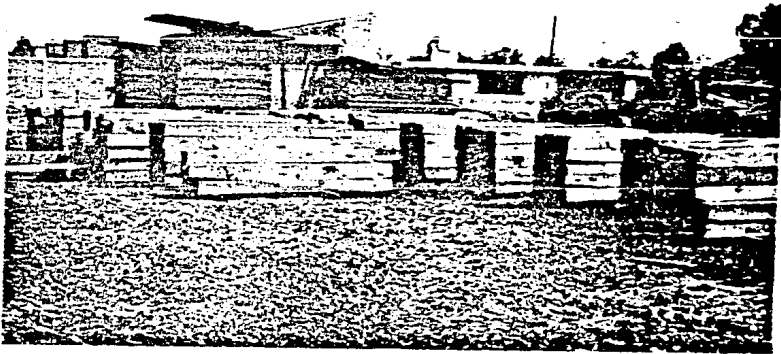
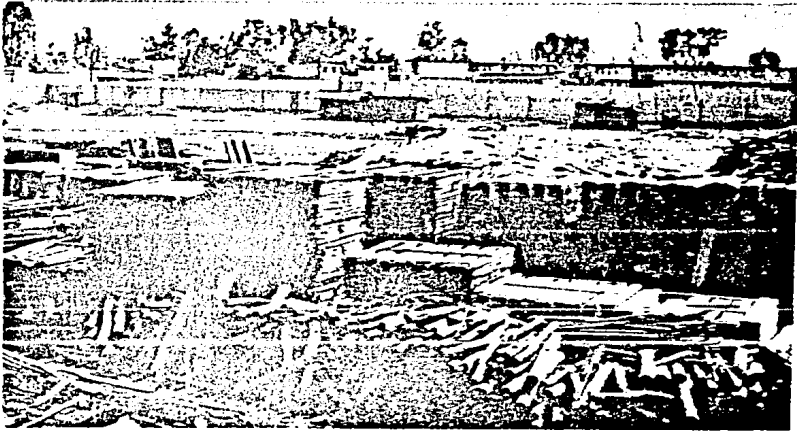


Fig. III.4.2 Secado al aire libre.

El Tiempo de secado varía con el grosor y textura de la madera aserrada. El factor clima siempre tiene un papel importante en la determinación del tiempo de secado. En condiciones normales, 1 pulg. (2.5 cm.) de madera blanda requiere aproximadamente de seis meses de secado al aire libre.

La ventaja principal de este secado, es su bajo costo inicial, ya que la inversión es relativamente baja. Sus inconvenientes más importantes son el poco control que se tiene sobre los diversos factores que influyen en el proceso de secado, la dependencia del clima y el hecho de que la madera permanece inactiva durante considerable tiempo.

Este método es el más usual en México, el contenido de humedad que se logra son suficientes para el uso de la madera en fines estructurales.

b).- Secado en estufas (hornos).- En este método, la madera se dispone en forma similar al secado en aire libre, colocándose en cuartos cerrados en donde se controla artificialmente el calor, la humedad relativa y la circulación del aire, hasta que la madera alcanza el contenido de humedad deseado. En la fig. III.4.3 se muestran los componentes de una estufa de secado.

El objeto de secado en horno es acelerar el proceso de eliminación de la humedad, requiriéndose de dos a cinco semanas para obtener el secado necesario.

Generalmente se secan en hornos las maderas duras, utilizadas para muebles, pisos, etc.

Los costos directos de secado son altos en comparación con el anterior. Recientemente ha despertado interés la posibilidad de utilizar energía solar en las estufas, lo que podría disminuir el costo de este método de secado.

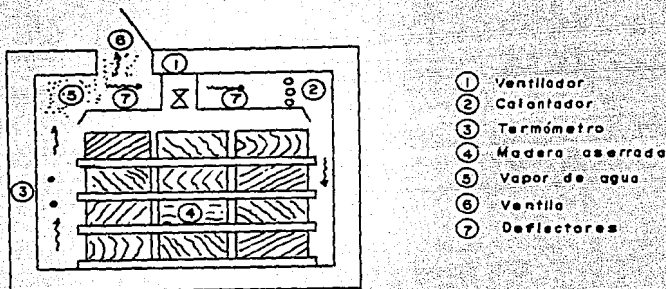


Fig. III.4.3 Principales elementos de una estufa de secado.

III.5 Tratamiento y Conservación

Debido a su elevado anisotropismo (diferencia de sus propiedades en sus tres ejes de simetría: longitud, tangencial y radial) y a sus propiedades higroscópicas, la madera como todos los materiales de construcción tienden a deteriorarse con el tiempo. Se aplican diversas técnicas para mejorar la resistencia o la estabilidad dimensional de la madera en diversos ambientes de servicio.

- Pueden aplicarse medidas preventivas contra la pudrición, ataque de organismos, el intemperismo y el fuego.

- Otra técnica son las maderas industrializadas (tableros o paneles y madera laminada encolada), que serán analizadas en el capítulo IV. Estas técnicas mejoran la resistencia a los pro-

ductos químicos, a la putrefacción y la estabilidad dimensional de la madera.

ORGANISMOS:

La madera como producto natural es susceptible de ser atacada por agentes biológicos que la destruyen o disminuyen su calidad. Estos se pueden resumir en tres grupos (fig. III.5.1):

a).- Mohos y Hongos Cromógenos.- Estos organismos no afectan necesariamente la resistencia de la madera, ya que se alimentan del contenido de las celdillas y no de las celdillas mismas. Estos organismos para atacar la madera, requieren de un contenido de humedad superior a la saturación de la fibra (27 a 32% de CH). Se hacen evidentes por un crecimiento algodonoso en la superficie de la madera y son causantes de la mancha azul. Cuando la madera está seca, pueden ser barridos o cepillados.

b).- Hongos Xilófagos.- Organismos que afectan seriamente las propiedades de la madera. Provocan la pudrición de la madera; estos hongos atacan la madera después que el árbol ha muerto, pero hay algunas especies que atacan al árbol vivo, después de alguna herida o debilitamiento de su condición física causada por insectos u animales. Las pudriciones pueden ser: blandas, blancas y pardas. La pudrición blanda se manifiesta por un ablandamiento de las capas superficiales de la madera, la cual al irse erosionando permite que la pudrición sea más profunda; la blanca deja un material esponjoso de color blanquecino, y la parda, puede ser profunda y extensa, provocando grietas a través y a lo largo de las fibras con cambio de color a pardo oscuro.

c).- Insectos y Perforadores Marinos.- Estos destructores se pueden agrupar en 4 clases:

- Escarabajos de diferentes tipos.- Estos insectos depositan sus huevecillos en los poros de la madera, de donde nace la larva que perfora túneles en el interior.

- Termitas.- Se alimenta de madera y la utiliza como habitación, perforando túneles que la debilitan seriamente.

- Hormigas carpinteras.- Aunque no se alimentan de madera, la perforan con objeto de fabricar galerías habitables.

Perforadores Marinos.- Pueden ser moluscos y crustáceos. Los moluscos perforan la madera, penetrando y quedando encerrados de por vida; a medida que crecen, agrandan sus celdas. Los crustáceos, no se encierran en la madera, solamente la perforan.

Condiciones que favorecen el desarrollo de los agentes destructores de la madera.

1.- Temperatura.- El desarrollo de los hongos en la madera es de 20°C a 36°C, pero pueden soportar temperaturas más bajas.

2.- Humedad.- Los hongos necesitan de humedad para trasladarse por difusión en las paredes celulares. Cuando la madera tiene contenido de humedad inferiores al 18%, no se presenta la difusión.

3.- Oxígeno.- Los hongos necesitan un mínimo del aire dentro de la madera para respirar, se estima que debe ser del orden de 50 a 80% del total del espacio libre (porosidad). Si la madera es

ta complementamente saturada con agua no contiene aire y los hongos - no pueden respirar.

4.- Alimento.- El alimento consiste en la celulosa y la lignina de las paredes celulares y de los almidones y azúcares almacenados en algunas células.

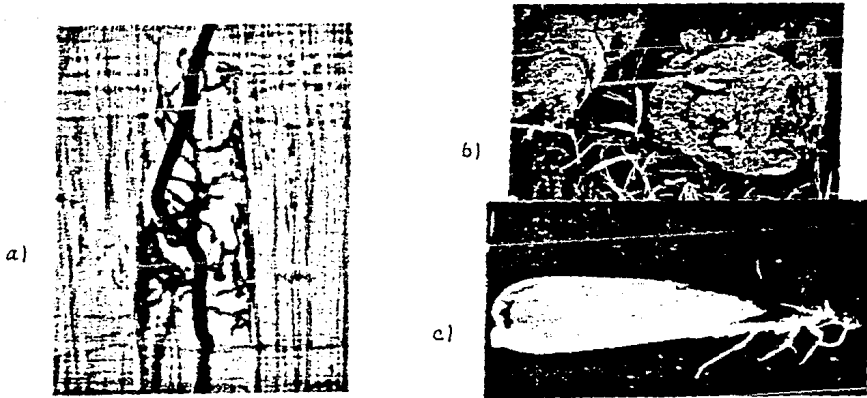


Fig. III.5.1 a).- Mohos y Hongos Cromógenos, b).- Hongos Xilófagos y c).- Insectos y Perforadores Marinos.

De las condiciones requeridas para el desarrollo de los agentes destructores de la madera, se deduce que el factor más fácilmente controlable es el alimento. Precisamente, la preservación de la madera tiene por objeto modificar la constitución química de la madera, haciéndola no apetecible para estos organismos. Esto se lle-

va a cabo aplicando productos conocidos como PRESERVADORES PARA MADERA.

Los preservadores para madera, son compuestos sólidos - que requieren un solvente (vehículo) para poder penetrar en la madera y se agrupan según el tipo de solvente necesario. Así, los hay solubles en aceites y solubles en agua. Deben reunir las siguientes características:

- Ser altamente tóxicos a los organismos destructores de la madera, en concentraciones mínimas.
- Poseer alta capacidad de penetración en la madera.
- Ser capaces de permanecer inalterados largo tiempo, y resistir lixiviación e intemperismo.
- Ser seguros de manipular, sin peligro para la salud.
- No dañar la madera ni ser corrosivo a los metales.
- Ser accesibles y económicos tanto en el mercado como en sus métodos de aplicación.
- Para propósitos específicos, deben ser además limpios y compatibles con adhesivos, pinturas y barnices.

Cuando una madera contiene preservador, se dice que está impregnada y el grado de impregnación, llamado retención, indica - que cantidad en peso de preservador está contenido en un volumen determinado de madera.

El contenido (retención) puede expresarse en kilogramos

por metro cúbico, o bien en libras por pie cúbico. Se entiende por penetración la profundidad que alcanza el preservador en la madera - (fig. III.5.2), que puede ser parcial o total.

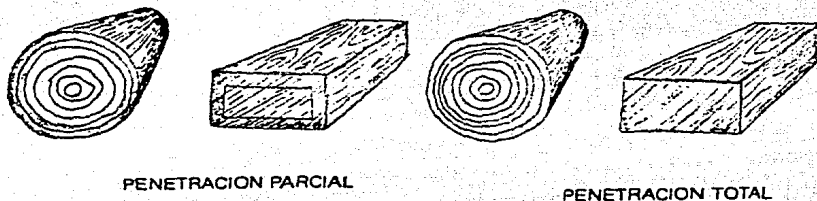


Fig. III.5.2 Penetración de los preservadores.

A continuación se exponen brevemente los principales tipos de tratamiento actualmente en uso.

1.- PROCESOS SIN PRESION

- a). - Inmersión
- b). - Baño
- c). - Aplicación con brocha
- d). - Aspersión

2.- DIFUSION EN MADERA VERDE

3.- PROCESOS A PRESION

- a). - Célula vacía
- b). - Célula llena

1.- Procesos sin presión.

Estos procesos son superficiales y su grado de protección es limitado.

a).- Inmersión.- Se emplea solamente una cuba de tratamiento en donde se sumergen cargas de madera durante breves instantes.

b).- Baño.- La madera se coloca por un periodo prolongado en un estanque con líquido preservador, que penetra por absorción o por difusión, según sea el contenido de humedad en la madera. Sus resultados son superiores a la simple inmersión, sin embargo, la protección obtenida es también limitada.

c).- Aplicación con brocha.- Estos tratamientos brindan protección muy limitada y sólo se emplean como mantenimiento o protección temporal.

d).- Aspersión.- Aquí, es necesario el empleo de un túnel de tratamiento a través del cual se impulsan mecánicamente piezas individuales de madera y durante el trayecto son rociadas con preservador. El tratamiento por este método retiene poco preservador. Su uso más común es para aplicar fungicidas antimancha.

2.- Difusión en madera verde

La madera en estado verde se sumerge en soluciones preservadoras de alta concentración y se apila durante un periodo de alrededor de 30 días, que permiten la difusión de los preservadores antes de que la madera se seque. Estos métodos emplean preservadores hidrosolubles a base de Boro, o formulaciones complejas tipo Fluorocromo-arsénico-fenol.

Este proceso tiene limitaciones en sus aplicaciones debido a que los preservadores empleados son altamente lixiviables.

3.- Procesos a presión.

Estos métodos se utilizan para la aplicación de retardantes de fuego y de insecticidas y fungicidas para madera expuestas a un alto riesgo de deterioro por organismos. Estos procesos requieren autoclaves o cilindros de tratamiento capaces de resistir altas - presiones positivas y negativas. Se utilizan bombas neumáticas o hidráulicas y a veces calefacción para calentar la solución preservadora dentro y fuera del cilindro de tratamiento.

a).- Célula vacía.- Este proceso se llama así porque el preservador queda en las paredes celulares, pero las cavidades celulares quedan vacías. Existen dos modalidades de este método: El proceso Rueping y el proceso Lowry. El primero, consiste en colocar la carga en el cilindro e inyectar primero aire a presión, después, manteniendo esta presión se aplica la solución preservadora y se bombea hasta alcanzar la presión hidráulica especificada; por último se evacúa el líquido y se efectúa el vacío final. El proceso Lowry es semejante al anterior con la excepción de que al principio del tratamiento no se inyecta aire a presión.

b).- Célula llena.- En este proceso, las cavidades celulares quedan llenas de líquido, que al evaporarse depositan los tóxicos en las paredes celulares. Primero se coloca la madera en un cilindro o autoclave y se aplica un vacío inicial; se llena el cilindro con una solución preservadora hasta alcanzar la presión hidráulica especificada; esta presión se mantiene el tiempo suficiente para obtener el grado de tratamiento deseado (retención y penetración).

A continuación se drena el cilindro y se aplica opcionalmente un vacío final que limpia la superficie de la carga para facilitar su manejo.

Las soluciones de preservadores más conocidas y usadas en México son a base de creosota, pentaclorofenol y sales de cobre, cromo y arsénico.

La creosota es un producto de la destilación de carbón-butiminoso, consistente en una mezcla de más de 40 importantes compuestos tóxicos a hongos e insectos. Teniendo las desventajas de que da muy sucia la superficie de la madera, imposibilitando su pintado y el mal olor que despide.

El pentaclorofenol es un compuesto de cloro y fenol en forma de polvo verde-grisáceo. Es soluble en aceite y generalmente se aplica en una concentración de 5%. Se pueden utilizar aceites ligeros claros, con los que se obtienen buenas apariencias de la madera tratada, además pueden pintarse.

Las sales hidrosolubles de cobre, cromo y arsénico comúnmente llamadas CCA, vienen en varios tipos. Todos ellos contienen básicamente los mismos elementos tóxicos, pero en diferentes proporciones, razón por la cual la cantidad de sales requeridas por unidad de volumen varía según el tipo. La madera tratada con ellas queda limpia y se le puede aplicar toda clase de acabados. Una desventaja es que es necesario volver a secar la madera después de tratarla.

En la tabla siguiente se presenta una guía para el uso de preservadores.

TABLA III.5.1 Guía para el uso de preservadores.

<i>Tipo de solución</i>	<i>Método de tratamiento</i>	<i>Riesgo de daño</i>
Hidrosolubles, pentaclorofenol, insecticidas	Con brocha, aspersion o baño	Bajo
Hidrosolubles, pentaclorofenol, insecticidas	Inmersión	Bajo
Creosota, pentaclorofenol Hidrosolubles (boro y flúor)	Baño caliente-frío	Moderado, alto
	Difusión en madera verde	Moderado, alto
Creosota, pentaclorofenol	Célula vacía	Alto
Hidrosolubles, retardantes de fuego, creosota, pentaclorofenol	Célula llena	Muy alto

La elección del uso del preservador más conveniente en un caso dado depende del uso de la estructura del tipo de organismos que existen en la localidad.

INTEMPERISMO

El color de la madera expuesta a la lluvia, sol, viento y polvo, con el tiempo se transforma en grisáceo, debido a que las capas superficiales de fibra se deterioran por las hinchazones y contracciones que experimentan con los cambios de humedad. Además, los polisacáridos de la madera están sujetos a hidrólisis, proceso que es acelerado por la energía de las radiaciones infrarrojas y ultravioletas del sol, lo que también perjudica la superficie de la madera.

Este tipo de deterioro es relativamente sencillo de evitar, cubriendo la madera periódicamente con capas de pintura o barniz, que actúan como barrera a los rayos del sol y retardan la penetración de humedad y, por lo tanto, restringen los cambios dimensionales. Además se puede tratar la madera con una solución de para fina, que reduce los cambios en el contenido de humedad y por consi-

guiente, también las variaciones dimensionales, especialmente aquellas que pudieran presentarse en periodos cortos como las que son consecuencia de un chubasco.

El mayor grado de protección se obtiene pintando la madera previamente tratada con parafina.

Un diseño adecuado de detalles constructivos que disminuyen el grado de exposición de las superficies de madera puede contribuir a contrarrestar los efectos del intemperismo. Así por ejemplo, son convenientes los alerjos que evitan el escurrimiento del agua sobre las fachadas.

PROTECCION CONTRA EL FUEGO

Uno de los factores que más ha contribuido al rechazo de la madera como material de construcción en México, es el hecho de que es combustible. Sin embargo, como lo demuestra la experiencia de otros países, las estructuras de madera, bajo determinadas condiciones, exhiben un comportamiento bajo la acción de los incendios superior al de muchas estructuras de materiales incombustibles. Así, un miembro de madera de proporciones robustas conserva su capacidad de carga en un incendio durante mayor tiempo que un miembro de acero de igual resistencia.

Por otra parte, al comparar el riesgo de incendio de estructuras de diversos materiales debe tomarse en cuenta que el riesgo depende no sólo de las características de estos sino también de los acabados y del contenido del edificio.

En la resistencia de la madera al fuego, es muy importante la relación entre forma y dimensiones de la pieza. Una astilla prende fácilmente: el fuego se propaga con rapidez y se consume

en segundos o minutos. Una pieza grande, con mucho volumen en comparación con su área (por ejemplo, un poste de 25 cm. x 25 cm. x 400 cm.) se prende con mayor dificultad que una astilla, la propagación de la llama se reduce considerablemente y se consume muy lentamente. En la superficie se forma una capa de carbón que actúa como aislante, además, a causa de la baja conductividad térmica, el interior de la pieza se conserva a temperaturas bajas, aunque el exterior esté ardiendo, por lo que la pieza conserva por mucho tiempo gran parte de su resistencia mecánica. La velocidad de penetración para madera de pino es del orden de cuatro centímetros por hora.

Durante la combustión parcial de la madera, ya sea en forma de brasa o con la formación de llama, se producen gases y humos tóxicos, especialmente en el primer caso. Sin embargo, éstos no son tan peligrosos como los producidos por otros materiales, plásticos, fibras sintéticas, etc.; de uso común y extendido en muchas construcciones.

Medidas de protección contra el fuego.

- Detalles estructurales apropiados y la distribución conveniente de puertas resistentes al paso del fuego, pueden retrasar la propagación de un posible incendio. Al diseñar la estructura debe tenerse presente que la resistencia al fuego depende tanto de los miembros estructurales como de los elementos de unión y que el tiempo que un miembro de madera puede conservar su resistencia estructural frente al fuego depende en gran parte de sus dimensiones transversales.

- El uso de materiales aislantes tales como fibras minerales, capas de asbesto, tableros de yeso, así como de combinaciones con mampostería es de gran ayuda.

- Para evitar que el fuego se propague de una estructura a otra, es importante que exista una separación entre edificios. Es útil proteger los techos y muros exteriores con materiales aislantes o incombustibles.

- Aunque hasta la fecha no se ha encontrado ningún tratamiento que convierta la madera en un material incombustible, -- existen diversos productos que aumentan el tiempo de resistencia al fuego. Los más efectivos son soluciones de fosfato mono y dibásico de amonio, ácido fosfórico, sulfato de amonio, bórax, ácido bórico y cloruro de zinc, aislados o en combinaciones diversas. Por lo general son hidrosolubles, se aplican a presión o como si se tratara de pinturas. Estos tratamientos son esencialmente útiles para piezas de dimensiones transversales pequeñas.

- Por último, pueden instalarse diversos equipos de protección contra incendios, desde extinguidores e hidrantes convenientemente colocados hasta sistemas de detección combinados con rociadores automáticos.

CAPITULO IV

MADERAS INDUSTRIALIZADAS Y ELEMENTOS DE UNION.

IV.1. Definiciones:

Antes de describir a las maderas industrializadas, es necesario, definir algunos conceptos relacionados con el significado de la madera.

MADERA ROLLIZA O MADERA EN ROLLO.- Son los troncos de madera que se emplean sin mayor elaboración. Su consumo en México, como en toda América Latina, es alto, aunque se observa una tendencia a su sustitución por formas más elaboradas.

Se utiliza en andamiajes, cimbras o encofrados y obras falsas de diversos tipos, para postes de líneas de transmisión, en minas se utiliza para obras de apuntalamiento, en algunos puentes de caballete para ferrocarril se utilizan como elementos verticales de carga, antiguamente era el material usual para pilotes.

Las dimensiones de los elementos de madera rolliza son variables. Sin embargo el diámetro no suele exceder de 35 cm. y la longitud rara vez es superior a unos 25 m.

MADERA LABRADA.- Es la que se obtiene dando la forma requerida con hacha o azuela. Las piezas de madera labrada son todavía de uso común en la construcción rústica. Generalmente son piezas relativamente robustas utilizadas como vigas, postes, pilotes o cabezales de caballete para puentes.

Para cabezales y usos semejantes son comunes las piezas cuadradas de 30 a 35 cm. de lado y longitudes de unos 4 a 7 m. Para postes de diversos tipos se utilizan secciones menores.

Las dimensiones aproximadas más usuales para las secciones de viga son 10 x 20 cm y 20 x 40 cm las longitudes no suelen pasar de unos 8.5 m. Una aplicación típica de las vigas es en los techos llamados de "bóveda catalana".

MADERA ASERRADA. - Es la que se obtiene cortando trozas longitudinalmente con sierra manual o mecánica. La mayor parte se destina a obras provisionales de diversos tipos (cimbras y obras falsas), su uso en construcciones permanentes es poco; otros usos son la fabricación de muebles, bandejas de carga, durmientes, etc.

Comercialmente la madera aserrada se consigue en una amplia gama de dimensiones; suelen ser combinaciones de las siguientes medidas:

- Ancho: 4, 6, 8, 10, 12 pulgadas.
- Grosor: 1/2, 3/4, 1, 1 1/2, 2, 2 1/2, 3, 3 1/2, 4 pulgadas.
- Largo: 8 1/4, 10, 14, 16, 20 pies.

Por tradición es costumbre dar las medidas en unidades inglesas: pulgadas para anchos y espesores; pies para longitudes. Todavía es usual estimar los volúmenes en pies-tablón (un pie-tablón es igual al volumen de una pieza de una pulgada de grosor por un pie de ancho por un pie de longitud, 1 pie-tablón = 0.00236 m³ = 423.73 -- pies-tablón).

MADERAS INDUSTRIALIZADAS. - Se entenderá por maderas industrializadas, aquellas que se obtienen por medio de algún proceso industrial, a veces bastante complejo (fig. IV.1). Se utilizan para fines estructurales o decorativos. Se clasifican como, tableros o paneles y madera laminada encolada.

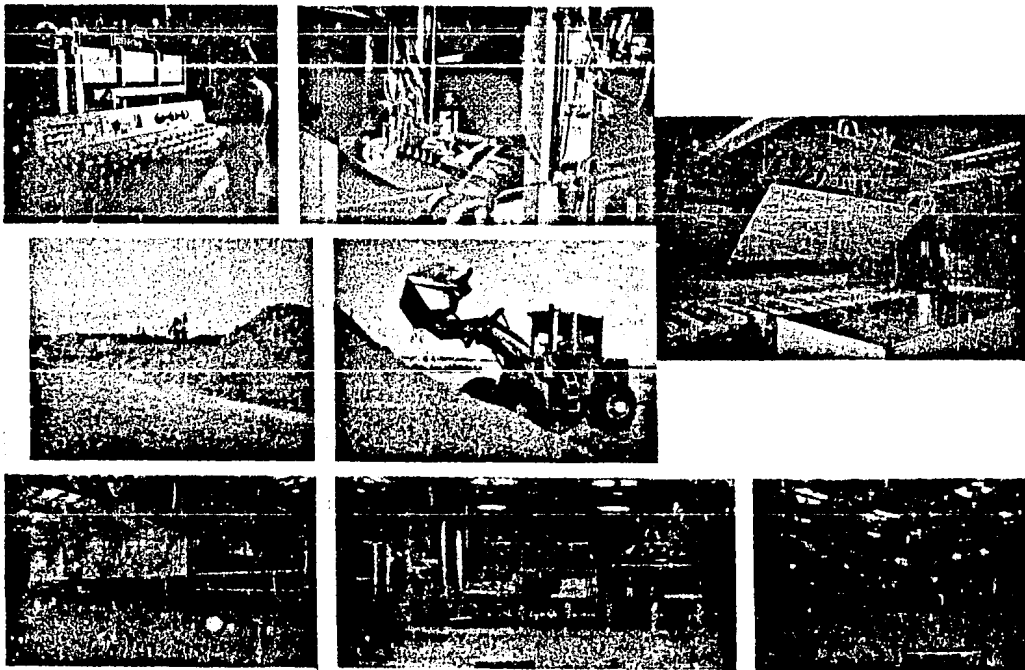


Fig. 19.1 Fábrica de Maderas Industrializadas (Grupo Guadilana Dgo).

IV.2 Tableros o paneles.

Por tablero o panel se entiende un elemento obtenido a partir de la madera por medio de algún proceso industrial. Se pueden clasificar en tres tipos:

- a).- Los de madera contrachapada o triplay
- b).- Los de fibra y
- c).- Los de partículas.

Para muchas aplicaciones los paneles presentan ventajas considerables respecto a la madera aserrada. Entre estas ventajas pueden citarse las siguientes:

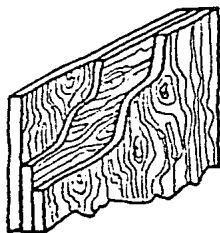
- Uniformidad en la calidad.
- Estabilidad dimensional.
- Facilidad con que se puede trabajar con técnicas y herramientas sencillas.
- Facilidad con que pueden aplicarse acabados diversos y la sencillez con que se instalan.
- Superficies de dimensiones amplias.
- En muchos casos sus propiedades mecánicas son superiores a las de la madera aserrada.

- a).- Tableros de madera contrachapada o triplay.

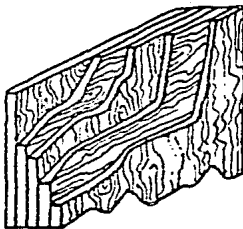
El nombre de triplay tuvo su origen en la designación inglesa "three-ply" aplicada a la madera contrachapada de tres capas que inicialmente se importaba de los Estados Unidos. En México el término se ha extendido a cualquier tipo de madera contrachapada, independientemente del número de chapas.

Las chapas o láminas son unidas por una sustancia adhesiva y dispuestas en tal forma que las fibras de cada capa quedan perpendicular respecto a las de las capas contiguas. Para evitar alabeos por falta de simetría el número de láminas, generalmente tres o cinco, es siempre impar, colocándose pares de hojas a los lados de una hoja central, de tal manera que para cada lámina exista una opuesta, similar y paralela.

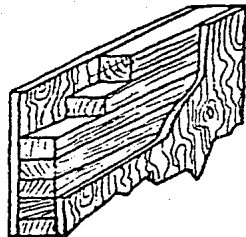
Hay muchas modalidades de fabricación (fig. IV.1.1), variando el número y espesor de las capas, el acabado superficial y el tipo de adhesivo. Una variante particular es la de tableros enlizados formados por tiras de madera maciza entre dos capas de triplay.



Tres capas



Cinco capas



Tres capas con centro de tiras de madera -- sólida.

Fig. IV. 1.1 Modalidades de fabricación de Triplay.

Las chapas para fabricar el triplay se obtienen des--rollándolas con una gran cuchilla, de trozas que se hacen girar so--bre su eje en un torno, o bien, se puede obtener mediante una guillo--tina o cuchilla que se desliza paralelamente a la superficie de corte del tronco, cuadrado o tablón, sin que hay giro (fig. IV.2.2).

Las máquinas utilizadas inicialmente para la fabricación de triplay requerían de trozas de gran diámetro, de buena calidad y forma regular. En la actualidad se han desarrollado procedimientos que permiten aprovechar trozas de diámetros relativamente pequeños y calidad inferior.

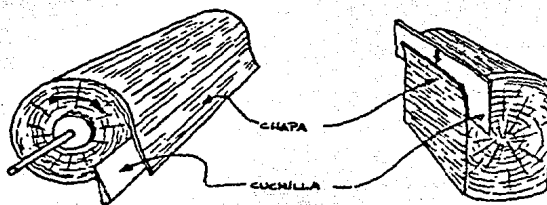


Fig. IV.2.2 Obtención de chapas para triplay.

Las calidades de las chapas se designan por las letras N, A, B, C, D, en orden descendente. Se designan especificando las calidades de las láminas externas.

N: Chapas de acabado natural hecha a la orden. Se secciona todo del corazón de la madera o madera de savia. Libre de defectos a la vista, permiten algunas reparaciones.

A: Lisa y puede pintarse. Se permiten reparaciones que se realicen con cuidado. También se utiliza para acabados naturales en aplicaciones menos severas.

B: Tapa de superficie sólida. Se permiten nudos sanos y tapones circulares de reparación. Puede pintarse.

C: Se permite chapa de clase mínima en triplay de tipo exterior. Agujeros de nudos hasta de 1 pulg. de diámetro. Se limitan las rajaduras a 1/8 de pulg. en ancho y agujeros de nudos y agujeros taladrados limitados a 1/4 x 1/2 pulgada.

D: Se utiliza solamente como triplay de uso interior - para las capas interiores y respaldos. Se permiten rajaduras limitadas y agujeros de nudos hasta 2 1/2 pulgada.

En cuanto a su resistencia a la humedad, la madera contrachapada se clasifica en tres tipos:

- Triplay para uso interior; resistente a la humedad, -- con urea-formaldehído como adhesivo.

- Triplay para uso exterior; resistente al agua y moderada exposición a la intemperie, fabricado con resinas fenólicas.

- Triplay marino; a prueba de agua y con gran resistencia a la intemperie. Este triplay suele fabricarse por pedido especial.

En la siguiente tabla se resumen las características de la madera contrachapada ofrecida comercialmente en México. Asimismo, se aprecia una variedad relativamente amplia de madera contrachapada de especies latifoliadas, muy apreciadas en la construcción de muebles por el atractivo de sus acabados superficiales.

Los tipos de madera contrachapada fabricados en México son semejantes a los de Estados Unidos y Canadá.

TABLA IV.2.1 Características de la madera contrachapada fabricada en México.*

MATERIAL	Espesores en mm							Anchos en m			
	3	4.5	6	9	12	16	19	21	0.76	0.91	1.22
Pino	X	X	X						1.52 1.83 2.14 2.44	1.52 1.83 2.14 2.44	1.52 1.83 2.14 2.44
Pino para cim- bra (marino)				X	X	X	X	X			2.44
Caoba			X						1.52 1.83 2.14 2.44	1.52 1.83 2.14 2.44	1.52 1.83 2.14 2.44
				X	X		X				2.44
Cedro	X		X						1.52 1.83 2.14 2.44	1.52 1.83 2.14 2.44	1.52 1.83 2.14 2.44
Triplay decora- tivo de made- ras tropicales			X						2.14 2.44	2.14 2.44	2.14 2.44

*Los valores de la tabla son las longitudes de las placas de triplay.

TABLEROS DE FIBRA O DE PARTICULAS.

A partir de la Segunda Guerra Mundial en los países desarrollados se ha incrementado en forma notable el empleo de tableros de fibra o de partículas. Su introducción en México es relativamente reciente, pero parece clara la tendencia a un uso creciente de esta forma de aprovechar la madera.

Los tableros de fibra o de partículas se obtienen de la madera natural, reducida a fragmentos pequeños, reconstituídos por diversos procedimientos industriales, para formar placas de - - - - -

dimensiones relativamente grandes. En su forma final retienen propiedades de la madera original, pero adquieren nuevas propiedades -- según el procedimiento de fabricación al que son sometidas.

Los productos obtenidos son de calidad más uniforme -- que la de madera natural, ya que es triaxial anisótropa, mientras que -- los tableros de madera reconstituida en general son homogéneos y -- tienen propiedades mecánicas prácticamente iguales en todos los -- sentidos. (Una excepción son los tableros de partículas que a ve--- ces se fabrican con tres capas de propiedades mecánicas diferentes). Estos productos pueden diseñarse para satisfacer necesidades espe--- cíficas incorporando diversas sustancias apropiadas o modificando--- convenientemente los tratamientos térmicos o mecánicos a los que -- pueden ser sometidos. Así, pueden lograrse tableros con determina--- das características de resistencia al fuego, la humedad, la pudri--- ción o a las diversas acciones mecánicas requeridas para aplicacio--- nes estructurales.

De especial atractivo es la posibilidad de aprovechar ma teria prima de calidad mediocre, madera rolliza de pequeñas di--- mensiones, o residuos y desperdicios de otras industrias foresta--- les.

Aunque en general requieren de instalaciones indus--- triales bastante complejas, una vez en operación los procedimientos de producción son relativamente baratos.

b1.- Tableros de fibra.

Se fabrican de fibras obtenidas de pulpa o pasta de -- madera natural por algún procedimiento y sometidas a presión, bajo

determinadas condiciones de temperatura, para formar láminas. Las densidades de los tableros de fibra son muy variables, según el tratamiento de presión utilizado.

En México se fabrican dos tipos de tablero de fibra: --- los aislantes, con densidades de 130 a 400 kg/m³, y los duros o extraduros de 800 a 1200 kg/m³. En la tabla IV.2.2 se muestran las combinaciones de medidas comerciales de tableros de fibras.

Tabla IV.2.2 Medidas comerciales de tableros de fibras.

Dimensiones Tipo de tablero	Espesores mm	Anchos m	Largos m
Aislantes	9	1.22	1.83
	12		2.44
	19		3.05
Duros y Extraduros	2	0.61	1.22 . 1.83
	3	0.91	2.44 . 2.75
	5	1.22	3.05 . 3.66
	6		3.40
	6.5		

* Además se ofrecen losetas de 30.5 X 30.5 cm.

c).- Tableros de partículas,

El tablero de partículas, o aglomerado, como a veces se denominan, se fabrican con fragmentos pequeños de madera natural ---- (astillas, hojuelas, virutas, etc.) de cualquier especie, unidas por medio de algún adhesivo, bajo determinadas condiciones de temperatura y presión. En algunos tableros se utiliza cemento Portland como aglomerante, en este caso se prescinde de los tratamientos térmicos.

En la tabla IV.2.3 se dan medidas comerciales de fabricación de este tipo de tableros.

Tabla IV.2.3 Medidas comerciales de tableros de partículas.

Dimensiones Tipo de tablero	Espesores mm	Anchos m	Largos m
Fabricados con adhesivos	2, 3, 4, 5, 5.5	0.91	1.83, 2.44
	6, 7.5, 9, 10, 10.5 12, 14, 16, 17.5, 19 21, 25, 30, 38	1.22 1.83	3.05, 3.66 4.27, 4.88
Fabricados con cemento portland	25 X 50	0.61	2.44

En cuanto al empleo de adhesivos, el más frecuentemente utilizado es el de urea-formaldehído, que es un pegamento resistente al agua, pero no a prueba de ella. Cuando se requiere mayor resistencia a la humedad se utilizan adhesivos a base de melamina-urea-formaldehído. Cuando se desea contar con especial resistencia a la intemperie y al fuego se recurre a resinas fenólicas. Las resinas utilizadas como aglomerantes representan del 5 al 10% del material de madera seco.

IV.3 Madera laminada encolada.

La técnica de la madera laminada encolada consiste en formar elementos estructurales de grandes dimensiones uniendo piezas de madera relativamente pequeñas por medio de algún adhesivo. Tuvo su origen en Alemania y Suiza a principios de siglo y adquirió considerable auge en diversos países a partir de la Segunda Guerra Mundial gracias al desarrollo de los pegamentos a base de resinas sintéticas.

Las piezas utilizadas para formar los elementos de madera laminada son tablas con espesores de 0.5 a 1.5 cm de espesor. Cada tabla puede ser de longitud relativamente pequeña. Para obte-

ner piezas de longitudes importantes pueden usarse varias tablas en cada capa. Si las uniones de los extremos de las tablas se hacen en forma adecuada, el comportamiento de los elementos laminados es semejante a las de las piezas macizas.

Las vigas son la aplicación estructural más importante de la madera laminada. Puede fabricarse con las láminas perpendiculares al plano de flexión paralelas a él, siendo la primera modalidad la más común (fig. IV.3.1). Aunque la sección rectangular es la más usual, puede fácilmente lograrse secciones I, T y otras.



a).- laminaciones horizontales b).- laminaciones verticales

Fig. IV.3.1 Modalidades de la madera laminada.

La fabricación de elementos de madera laminada requiere equipo especial, personal técnico calificado y una supervisión cuidadosa. Por otra parte el diseño de estructuras laminadas es algo más complejo que el de estructuras de madera maciza, pero al mismo tiempo, pueden lograrse una gran variedad de formas (fig. IV.3.2).

COLUMNAS, VIGAS Y ARCOS DE MADERA LAMINADA

ELEMENTOS MAS COMUNES

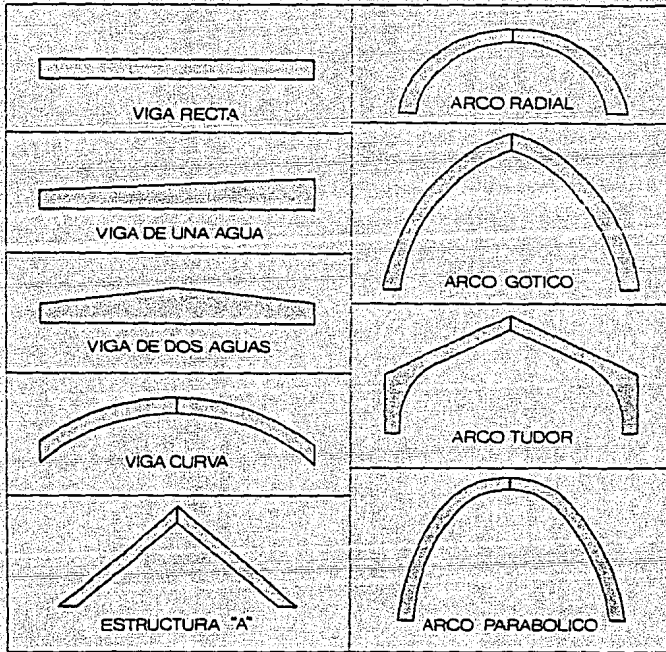


FIG. IV.3.2.

USOS:

TECHOS, NAVES INDUSTRIALES, CENTROS
COMERCIALES, GIMNASIOS, AUDITORIOS,
INSTALACIONES DEPORTIVAS, INSTALACIONES
MARINAS, TORRES, CASAS HABITACION,
BODEGAS, SILOS, PUENTES, IGLESIAS, ETC

La madera laminada exhibe considerables ventajas, entre estas se mencionan las siguientes:

- Permite el aprovechamiento de piezas pequeñas de madera de calidad inferior para formar elementos estructurales de grandes dimensiones; se han alcanzado claros de orden de 100 m.

- Pueden lograrse una gran variedad de formas [fig. IV. 3.2.1].

- Por medio de un diseño cuidadoso se puede lograr un aprovechamiento óptimo de la madera disponible ya que la madera de calidad ~~es~~ resistente puede colocarse en aquellas partes del elemento donde los esfuerzos sean críticos, y la de calidad inferior, donde los esfuerzos sean menores.

- Alta resistencia.

- Bajo peso.

Peso específico: vigas de madera laminada 650 kg/m^3 .
 concreto $2,400 \text{ kg/m}^3$.
 acero $7,600 \text{ kg/m}^3$.

- Alta resistencia al fuego.

- Alta absorvencia al impacto.

- Resistencia contra humedad, ácidos, sales y otros agentes.

- No corrosiva.

- Mínima expansión.

- Bajo costo de cimentación.

- Armado rápido (de toda la estructura).
- Bajo costo de construcción.

El tipo de cola o adhesivo utilizado para formar elementos laminados depende del uso al que éstos están destinados.

Si el elemento va a estar expuesto a un ambiente húmedo debe usarse un adhesivo resistente a la humedad, como resorcinol-formaldehído, el fenol-formaldehído u otras resinas sintéticas semejantes. Para miembros protegidos de la intemperie pueden utilizarse -- adhesivos a base de caseína o urea-formaldehído.

En México son contadas las estructuras construidas con madera laminada hasta la fecha. Sin embargo, dadas las importantes ventajas que ofrecen parece probable una tendencia a un uso creciente de esta alternativa estructural.

ELEMENTOS DE UNIÓN

Se describen en los siguientes subcapítulos los principales elementos de unión empleados tanto para formar los distintos -- tipos de miembros compuestos como para efectuar las conexiones entre miembros de madera y entre éstos y elementos estructurales de otros -- materiales.

El dimensionamiento de las uniones es uno de los aspectos más difíciles del diseño de estructuras de madera. Como en las -- estructuras de otros materiales, es importante reconocer que el comportamiento del conjunto estructural no será adecuado si las uniones no tienen la resistencia necesaria para que los elementos estructurales que unen puedan desarrollar la capacidad requerida de ellos. El-

comportamiento de las uniones o conexiones de madera depende no sólo de las características de madera, sino también de la orientación --- de la carga con respecto al elemento de unión y de éste con respecto a las fibras de madera. Es tan complejo que es difícil establecer métodos de análisis racionales. Por lo tanto, el dimensionamiento --- suele basarse esencialmente en tablas de capacidades y fórmulas que han sido establecidas empíricamente.

Los elementos de unión se pueden clasificar en dos --- grupos: fijadores mecánicos y fijadores encolados.

IV.4 Fijadores Mecánicos.

Los elementos de unión mecánicos mas utilizados son:

- a).- Clavos y grapas
- b).- Tornillos y pijas.
- c).- Pernos.
- d).- Placas y conectores.
- e).- Accesorios metálicos diversos.

Los fijadores sujetos a corrosión o ataque químico de-- ben protegerse con pintura, galvanización o metalización. En atmós-- feras altamente corrosivas, como se encuentra en las plantas químicas, los fijadores deben galvanizarse o fabricarse de acero inoxidable. -- Hay que considerar la posibilidad de recubrir los fijadores con cha-- papote o alquitrán caliente. En tales condiciones extremas, la made-- ra debe estar en su contenido de equilibrio de humedad o más bajo, -- en el momento de la fabricación, para reducir encogimiento posterior, que abriría avenidas de ataque para la atmósfera corrosiva.

- a).- Clavos y grapas.

El clavo es el elemento de unión más usual en el tipo de construcción ligera propio para viviendas.

Existe una gran variedad de clavos que se distinguen por el tipo de cabeza y de punta, la relación entre la longitud y el diámetro, el material utilizado en su fabricación y la naturaleza del acabado superficial [fig. IV.4.1].

Para mejorar la adherencia con la madera y, por lo tanto, la resistencia a la extracción, se recurre a diversos tratamientos de la superficie: como clavos con estrias anulares o helicoidales. Los clavos con estrias helicoidales a modo de rosca, van girando al ir penetrando en la madera. Los clavos con estrias son útiles en ensambles de madera verde.

El clavado de maderas duras presenta problemas particulares. Una técnica consiste en hacer el clavado cuando la madera está verde, utilizando clavos estriados. Cuando la madera está seca -- conviene utilizar clavos delgados de acero de alta resistencia hincados con martillos pesados en agujeros taladrados previamente.

Con clavos pueden unirse dos o más miembros de madera, además de presentarse detalles especiales, como son, la unión de miembros de madera inclinados entre sí y la unión con clavos inclinados, (fig. IV.4.2 a IV.4.6).

Los espaciamientos mínimos recomendados para el hincado de los clavos, son los siguientes: En donde D es el diámetro del clavo (fig. IV.4.7):

10 D entre hileras de clavos.

5 D de los bordes.

20 D de los extremos

20 D entre clavos a lo largo de las fibras.

O bien de acuerdo a la figura IV.4.8 si los clavos se colocan en trespelillo

Cuando se une un elemento estructural a otro la penetración de los clavos en el segundo o el tablón más alejado debe ser, cuando menos, de la mitad de la longitud de los clavos (fig. IV.4.3.)

Según algunos reglamentos, si la punta del clavo sobresale por los menos tres diámetros y se dobla, su capacidad de resistencia aumenta en un 40% (fig. IV.4.2).

Los agujeros para clavos, cuando son necesarios para evitar agrietamientos, deben taladrarse con un diámetro menor que el del clavo.

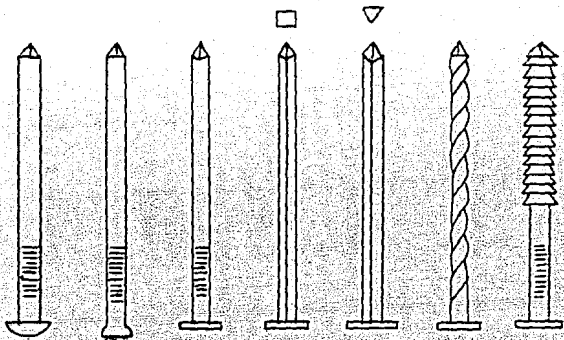
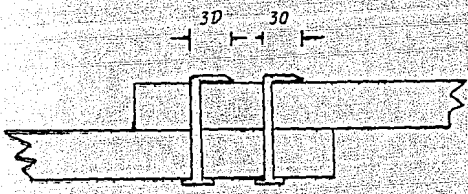
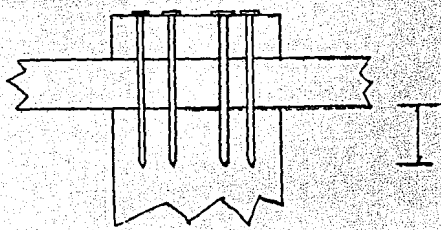


Fig. IV.4.1 Tipos de clavos.



Si la punta del clavo sobresale 3 D y se dobla, su capacidad aumenta en un 40%

Fig. IV.4.2. Unión Simple.



Mínimo la mitad de la longitud de los clavos

Fig. IV.4.3 Unión de tres miembros.

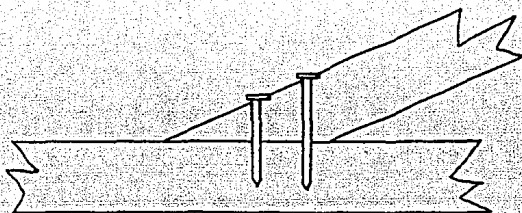


Fig. IV.4.4 Unión en ángulo



Junta con holgadura
(El clavo trabaja)



Junta sin holgadura
(El clavo no trabaja)

Fig. IV.4.5 Unión de duelas con clavos inclinados.

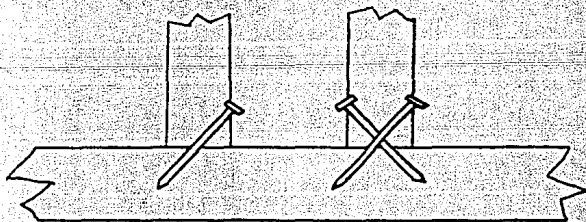


Fig. IV.4.6 Unión con clavos inclinados.

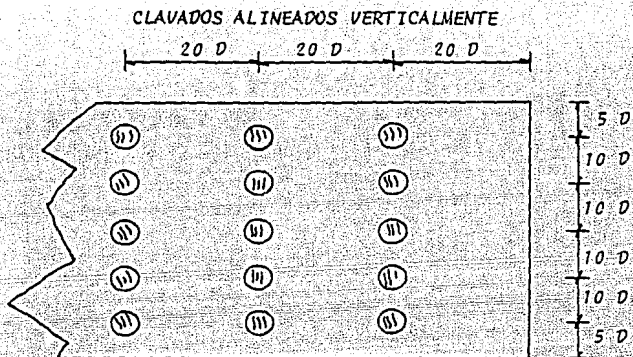


Fig. IV.4.7 Espaciamientos mínimos.

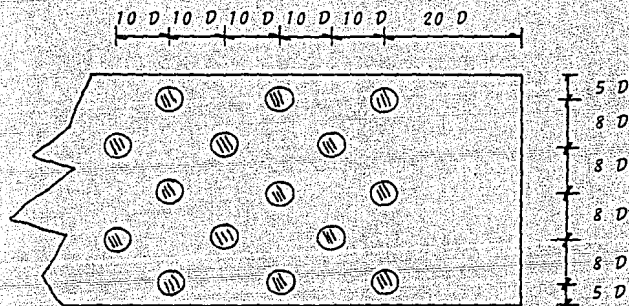
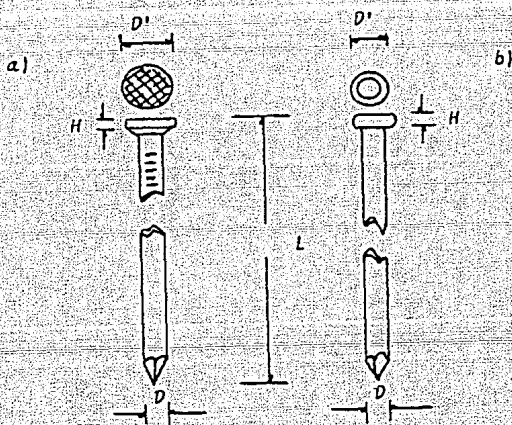


Fig. IV.4.8 Espaciamientos mínimos.

CLAVOS EN TRESBOLILLO

La gama de clavos asequible comercialmente en México es relativamente reducida. Los utilizados comúnmente para aplicaciones en la construcción son los denominados "estándar" con cabeza y el tipo "americano" con cabeza. El material empleado es alambre liso de acero de bajo carbono. De uso menos común es el clavo "estándar" sin cabeza, útil en situaciones en que estorbe la cabeza (fig. IV.4.9 y tablas IV.4.1 a IV.4.3).



a) Clavo "Estándar" con cabeza. b) Clavo "Estándar" sin cabeza.

Fig. IV.4.9 Dimensiones básicas de clavos.

TABLA IV.4.1 Características geométricas de clavos "estándar" con cabeza (fig. IV.4.9a).

79

MEDIDA COMERCIAL	DIAMETRO DEL ALAMBRE		LONGITUD DEL CLAVO		DIMENSIONES DE LA CABEZA		
	D		L		D'		H
	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm
11-25	1.82	.072	25.4	1	4.50	.177	.914
11-30	1.82	.072	31.8	1¼	4.50	.177	.914
12-35	2.03	.080	38.1	1½	5.00	.197	1.02
14-45	2.32	.091	44.5	1¾	5.77	.228	1.16
15-50	2.68	.105	50.8	2	6.75	.266	1.33
16-65	3.06	.120	63.5	2½	7.50	.295	1.52
17-75	3.42	.135	76.2	3	8.50	.335	1.71
19-90	4.11	.162	88.9	3½	10.3	.406	2.06
20-100	4.49	.177	102	4	11.3	.445	2.25
21-115	4.49	.177	114	4½	11.3	.445	2.25
22-125	4.87	.192	127	5	12.3	.484	2.44
22-140	4.87	.192	140	5½	12.3	.484	2.44
23-150	5.25	.207	152	6	13.0	.512	2.63

TABLA IV.4.2 Características geométricas de clavos tipo "americano" con cabeza (fig. IV.4.9a).

MEDIDA COMERCIAL	DIAMETRO DEL ALAMBRE		LONGITUD DEL CLAVO		DIMENSIONES DE LA CABEZA		
	D		L		D'		H
	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm
12-25	1.82	.072	25.4	1	4.50	.177	.914
13-30	2.03	.080	31.8	1¼	5.00	.197	1.02
14-35	2.18	.086	38.1	1½	5.45	.215	1.10
16-45	2.68	.105	44.5	1¾	6.75	.266	1.33
17-50	3.06	.120	50.8	2	7.50	.295	1.52
18-65	3.42	.135	63.5	2½	8.50	.335	1.71
19-75	3.76	.148	76.2	3	9.25	.364	1.87
20-90	4.11	.162	88.9	3½	10.3	.406	2.06
22-100	4.87	.192	102	4	12.3	.484	2.44
23-115	5.25	.207	114	4½	13.0	.512	2.63
24-125	5.72	.225	127	5	14.3	.563	2.85
25-140	6.19	.244	140	5½	15.5	.610	3.10
25-175	6.19	.244	178	7	14.0	.551	2.67
26-150	6.66	.262	152	6	16.6	.654	3.32
26-200	6.66	.262	203	8	14.9	.588	2.70
27-175	7.18	.283	178	7	18.0	.709	3.59
28-200	7.95	.313	203	8	19.9	.783	3.96

TABLA IV.4.3 Características geométricas de clavos "estándar" sin cabeza (fig. IV.4.9b).

MEDIDA COMERCIAL	DIAMETRO DEL ALAMBRE		LONGITUD DEL CLAVO		DIMENSIONES DE LA CABEZA			
	D		L		D		H	
	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg
11X25	1.58	.062	25.4	1	2.2	.086	1.57	1/16
11X30	1.58	.062	31.71	1¼	2.5	.099	1.57	1/16
12X35	1.82	.072	38.1	1½	2.7	.105	1.83	9/128
14X45	2.18	.086	44.45	1¾	2.7	.105	2.18	11/128
15X50	2.32	.091	50.8	2	3.4	.135	2.31	3/32
16X65	2.68	.105	63.5	2½	3.7	.148	2.67	13/128
17X75	3.06	.120	76.2	3	3.9	.155	3.05	15/128

Las grapas se utilizan en forma semejante a los clavos.

Aunque en México se usa poco en aplicaciones estructurales, en otros países se aprovechan en estructuras ligeras y para unir elementos de triplay. En la fig. IV.4.10 y tabla IV.4.4 se muestran las características de grapas típicas.

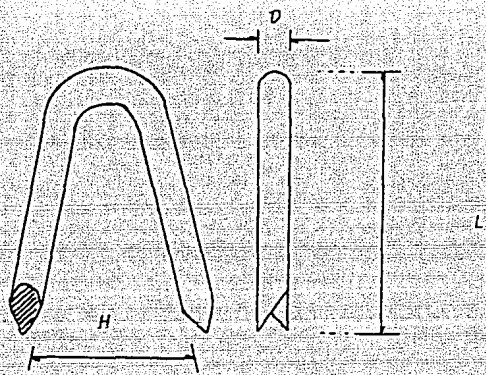


Fig. IV.4-10 Dimensiones básicas de grapas.

TABLA IV.4.4 Características geométricas de grapas (fig. IV.4.10).

MEDIDA COMERCIAL	DIAMETRO DEL ALAMBRE D		TIPO DE GRAPA	DIMENSIONES DE LA GRAPA	
	mm	pulg		mm	
				L	H
16x12	1.58	.062	GALVANIZADA	12.7	4.78
16x15	1.58	.062	GALVANIZADA	15.8	4.78
16x20	1.58	.062	GALVANIZADA	19.0	4.78
9x25	3.76	.148	GALVANIZADA	25.4	6.35
9x30	3.76	.148	GALVANIZADA	31.7	6.35
9x35	3.76	.148	GALVANIZADA	38.1	6.35
9x25	3.76	.148	NEGRA	25.4	6.35
9x30	3.76	.148	NEGRA	31.7	6.35
9x35	3.76	.148	NEGRA	38.1	6.35

b) Tornillos y pijas

Los tipos comunes de tornillos para madera tienen cabeza plana, oval o redonda. Los tornillos de cabeza plana se utilizan si se desea tener una superficie al ras, los de cabeza oval o redonda se utilizan para dar mejor apariencia o cuando no se puede avellanar.

Deben insertarse perpendicularmente a la veta atornillando en agujeros pretaladrados y no deben empezarse o hincarse con un martillo.

El espaciamiento, las distancias hacia las orillas y hacia el final de la tabla, deben ser tales, que eviten las rajaduras. Los mínimos recomendados son los siguientes (fig. IV.4.11):

- 3 D entre hileras de tornillos.
- 5 D de los bordes.
- 10 D entre tornillos adyacentes en la dirección de las fibras.
- 10 D de los extremos.

El tornillo debe entrar cuando menos siete veces al diámetro de la caña lisa dentro del elemento que está deteniendo la punta. Si se desea menos penetración redúzcanse las cargas proporcionalmente; sin embargo, la penetración nunca debe ser menor que cuatro veces el diámetro de la caña lisa (fig. IV.4.12).

Los tornillos para madera varían en longitud de 5/6 pulg. a 3 pulg. y pueden tener diversos diámetros.

Las pijas tienen rosca como los tornillos, su longitud va de 1 a 16 pulgadas. Su diámetro varía de 0.2 a 1 pulg. También requieren un agujero guía para su fijación, que se efectúa con llave de tuercas.

Los espaciamientos y la profundidad de penetración, son los mismos que para tornillos.

Con tornillos y pijas se logran uniones más rígidas que con los clavos, pero son más caros y su colocación requiere más mano de obra.

Para maderas duras suele utilizarse tornillos y pijas de rosca fina; para maderas blandas son preferibles los de rosca gruesa.

En la fig. IV.4.13 se muestran las características geométricas de tornillos y pijas. En la tabla IV.4.5 se dan las características geométricas de los tornillos típicos; el valor D' dado en ésta es un valor nominal, ligeramente inferior al de la caña D .

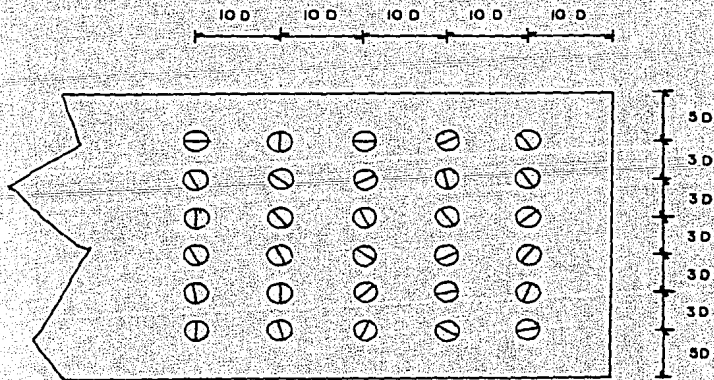


Fig. IV.4.11 Espaciamiento mínimo en tornillos.

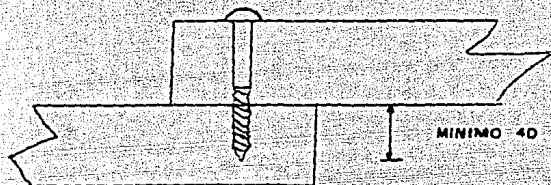


Fig. IV.4.12 Penetración mínima de los tornillos.

TABLA IV.4.5 Características geométricas de tornillos.
(Ver figura IV.4.13 para significado de las literales).

MEDIDA NOMINAL No.	DIAMETRO NOMINAL D'		HILOS POR PULGADA		DIMENSIONES mm								LONGITUD L	
	mm	pulg	mín	máx	A		H		J		T		de mm.	a mm
					mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx		
2	2.18	.086	23	29	3.90	4.30	1.0	1.3	.58	.79	.32	.58	8	17
3	2.51	.099	22	26	4.60	5.10	1.2	1.5	.68	.89	.45	.68	10	20
4	2.84	.112	20	24	5.30	5.70	1.4	1.7	.78	1.0	.50	.76	10	25
5	3.17	.125	18	22	5.90	6.40	1.6	1.9	.89	1.1	.56	.86	13	32
6	3.51	.138	16	20	6.50	7.10	1.8	2.1	1.0	1.2	.61	.97	13	40
7	3.84	.151	14	18	7.20	7.70	1.9	2.3	1.0	1.2	.69	1.0	13	50
8	4.17	.164	14	17	7.80	8.40	2.1	2.5	1.1	1.4	.74	1.1	17	50
9	4.50	.177	13	16	8.50	9.10	2.3	2.7	1.1	1.4	.81	1.2	20	65
10	4.83	.190	12	15	9.10	9.80	2.5	2.9	1.2	1.5	.86	1.3	20	75
11	5.16	.203	11	13	9.80	10.4	2.7	3.1	1.3	1.5	.93	1.4	25	75
12	5.49	.216	10	12	10.4	11.1	2.8	3.3	1.4	1.7	1.0	1.5	25	75
13	5.82	.229	9	11	11.1	11.8	3.0	3.5	1.4	1.7	1.1	1.6	40	75
14	6.15	.242	9	11	11.7	12.5	3.2	3.7	1.6	1.9	1.2	1.7	40	75
15	6.48	.255	8	10	12.4	13.1	3.4	3.9	1.6	1.9	1.3	1.8	50	75

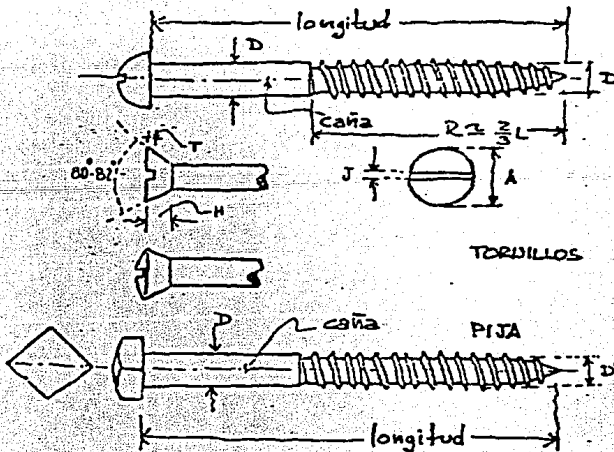


Fig. IV.4.13 Tornillo y pija.

c) Pernos

El perno es uno de los elementos de unión de uso más común porque permite realizar conexiones de considerable resistencia con relativa sencillez. Los pernos pueden tener cabeza en un extremo y rosca y tuerca en el otro o rosca y perno en ambos extremos. Su longitud y diámetro son muy variables. El diámetro varía entre 1/4 de pulg. y 3 pulg. Generalmente se emplean en combinación con rondanas, que reducen los esfuerzos de aplastamiento. Pueden improvisarse con las barras utilizadas para concreto reforzado, formando la rosca con la ayuda de una tarraja.

En la fig. IV.4.14 se muestran las características de pernos típicos. Las perforaciones para los pernos deben ser siempre pretaladrados y tener un diámetro que permita que el perno se atornille fácilmente (no deben ser más de 1.6 mm mayores que el de los pernos). Se debe tener cuidado para centrar las perforaciones en los elementos principales y en las placas de unión.

La unión de los elementos pueden ser por un perno, dos o más, respetando siempre las consideraciones de diseño (fig. IV.4.15 a IV.4.17).

Espaciamiento en uniones con pernos:

- Cuando la fuerza actúa en la dirección de las fibras.

4 D entre pernos adyacentes en la dirección de las fibras.

1.5 D entre hileras de pernos.

7 D del extremo cargado.

4 D del extremo no cargado.

1.5 D de los bordes.

- Cuando la fuerza actúa perpendicularmente a la dirección de las fibras.

4 D entre pernos adyacentes en la dirección de las fibras.

4 D de los extremos.

4 D del borde cargado.

1.5 D del borde no cargado.

5 D entre hileras de pernos para $t/D > 6$

2.5 D entre hileras de pernos para $t/d = 2$ (interpolación entre los dos últimos valores para $2 < t/D \leq 6$).

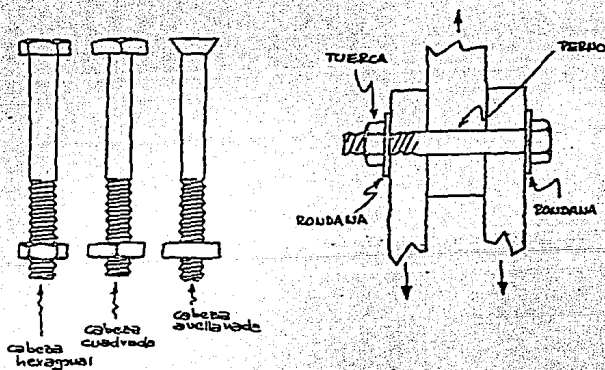


Fig. IV.4.14 Tipos de pernos.

Fig. IV.4.15 Dos miembros unidos por un perno.

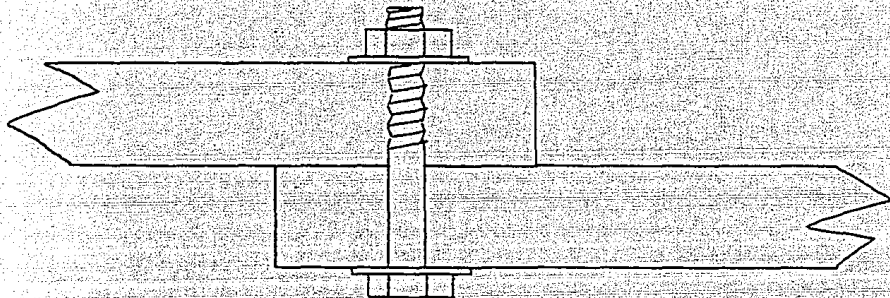


Fig. IV.4.16 Unión de tres elementos

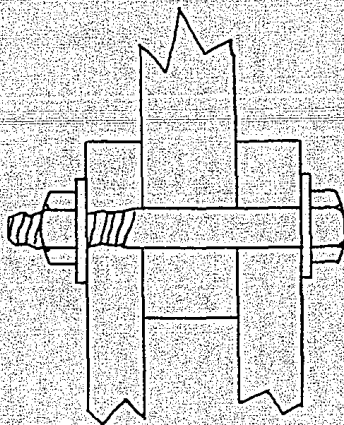
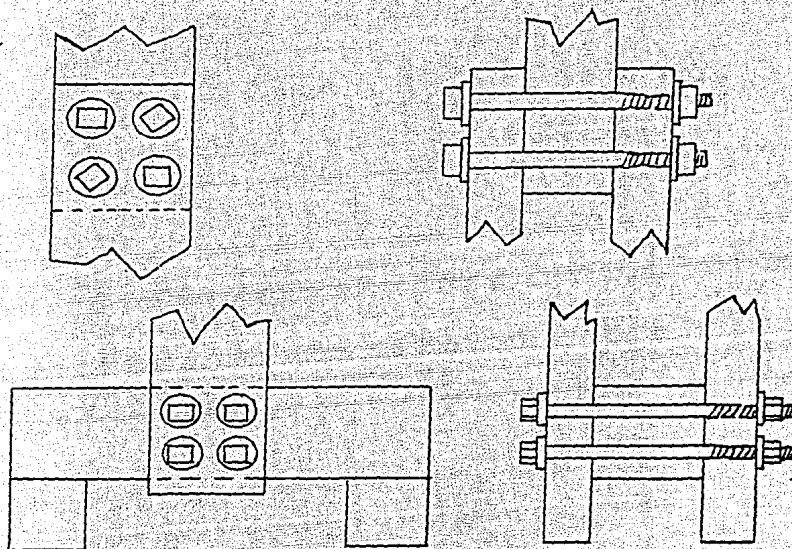


Fig. IV.4.17 Conexión con cuatro pernos.



d) Placas y conectores

Las placas, son elementos de unión (hechas de acero) - -
 que se utilizan en combinación con clavos, tornillos o pernos - - - -
 (fig. IV.4.18).

Para armaduras ligeras, se han desarrollado placas con-
 salientes integrados que actúan como clavos (fig. IV.4.19, sistemas -
 "gang-nail"). También se pueden utilizar placas de triplay o maderas-
 sólida fijadas por medio de clavos, pernos o algún pegamento - - - -
 (fig. IV.4.20 y IV.4.21). Estas placas deberán tener un espesor míni-
 mo de 10 mm.

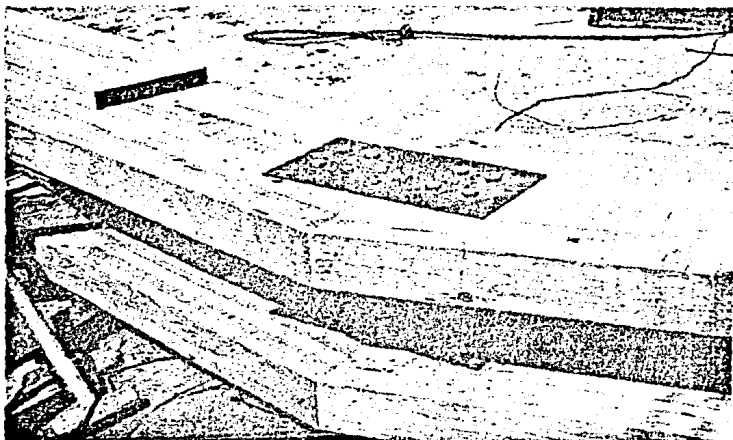


Fig. IV.4.18 Unión con placas y pernos

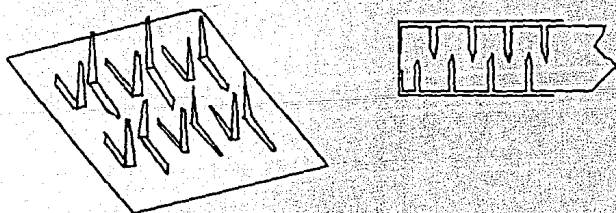


Fig. IV.4.19 Placas "gang-nail"



TIPOS UNION	CLAVADAS			EMPERNADAS		
	CON REFUERZO		SIN REFUERZO	CON REFUERZO		SIN REFUERZO
	EXTERIOR	INTERIOR		EXTERIOR	INTERIOR	
UNION 1 						
UNION 2 						
UNION 3 						

Fig. IV.4.20 Uniones

































TIPOS UNION	CLAVADAS			EMPERNADAS		
	CON REFUERZO		SIN	CON REFUERZO		SIN
	EXTERIOR	INTERIOR	REFUERZO	EXTERIOR	INTERIOR	REFUERZO
UNION 4 						
						
						
UNION 5 						
						
						
UNION 6 						
						

Fig. IV.4.21 Uniones
(cont.)

Los conectores, son elementos de unión especiales. Las capacidades de estos elementos, generalmente patentados suelen estar tabuladas en las especificaciones de los fabricantes o en los manuales para diseño de estructuras de madera. En México su uso es prácticamente desconocido.

Se utilizan en uniones de estructuras pesadas, en combinación con pernos. Con ellos se logran capacidades hasta del orden de cinco veces las correspondientes a los pernos solos. Su objeto es repartir las fuerzas en superficies de la madera relativamente grandes con lo que se reducen las concentraciones de esfuerzos de aplastamiento que se presentan cuando los pernos se utilizan solos.

Los conectores, en general, son anillos de acero que se colocan en ranuras en elementos adyacentes para evitar el movimiento relativo o placas metálicas embutidas en las caras de tabloncillos adyacentes. El objetivo de los pernos utilizados con estos conectores es evitar que los tabloncillos se separen.

- Conector de anillo partido (fig. IV.4.22).

Son los artefactos más eficaces para unir madera con madera. Se colocan en ranuras circulares hechas con una herramienta de mano en la superficie de contacto, aproximadamente la mitad de la profundidad de cada anillo está en cada uno de los miembros en contacto. Se taladra una perforación a través del centro del núcleo circundado por la ranura, para la fijación del perno.

El anillo tiene un machihembrado de lengüeta y ranura partido para permitir que se asienten en forma simultánea tanto la superficie interior del anillo contra el núcleo como la superficie exterior del anillo contra la superficie exterior de la ranura. El anillo está biselado para facilitar su armado. Los anillos se fabrican en diámetros de 2 1/2 y 4 pulg.

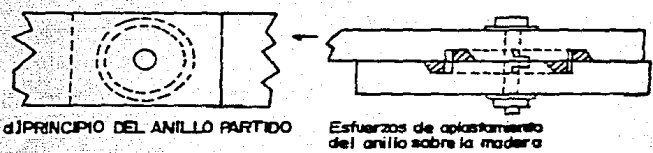
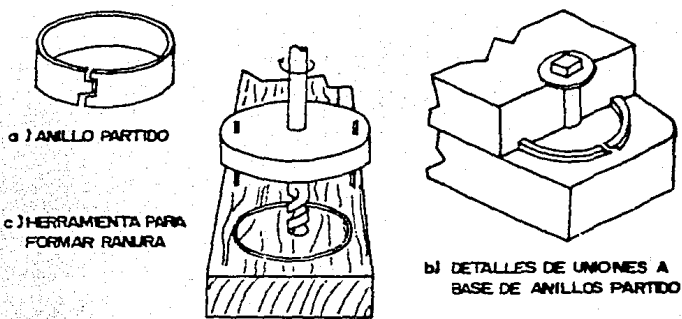


FIGURA IV-4.22 CONECTOR DE ANILLO PARTIDO

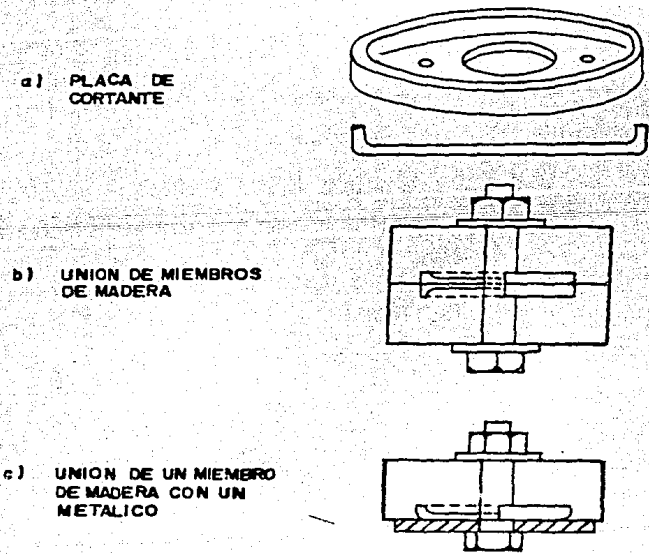


FIGURA IV - 4.23 CONECTOR DE PLACA DE CORTANTE

- Conectores de placa cortante (fig. IV.4.23).

Se utilizan para hacer conexiones de acero a madera. -- Cuando se utilizan en pares, pueden utilizarse para conexiones de madera a madera, reemplazando los anillos partidos. Poniendo una placa en cada elemento en la superficie de contacto, permite que los elementos se deslicen fácilmente para ubicarlos durante la fabricación de la unión, con lo cual se reduce la mano de obra necesaria para hacer la conexión. Las placas de cortante son colocadas en muescas precortadas y están completamente embutidas en el tablón, al ras de la superficie. Se fabrican en diámetros de 2 5/8 y 4 pulg.

Las placas para esfuerzo cortante son útiles en estructuras desmontables. Pueden instalarse en los miembros inmediatamente después de la fabricación y mantenerse en posición mediante clavos.

- Conectores de placas o anillos dentados y de rejillas (fig. IV.4.24 y IV.4.25).

Se utilizan para unir miembros de madera, o de madera con acero. Se utilizan en aplicaciones muy especiales. Los más usuales son los de anillo partido y los de placa de cortante.

e) Accesorios metálicos diversos

La unión de miembros de madera puede facilitarse por el empleo de diversos tipos de accesorios metálicos, como son: los ángulos y diversas variaciones de éstos (fig. IV.4.26).

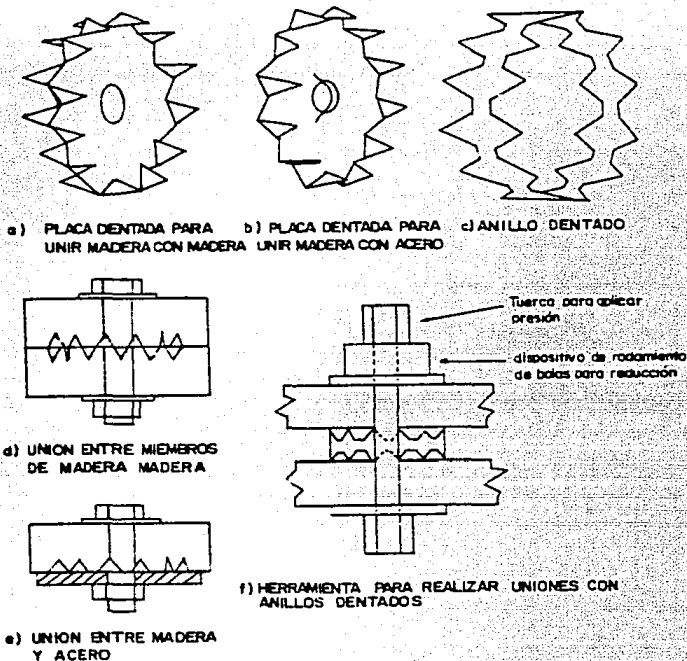


FIGURA IV-4.24 CONECTORES DE PLACAS O ANILLOS DENTADOS

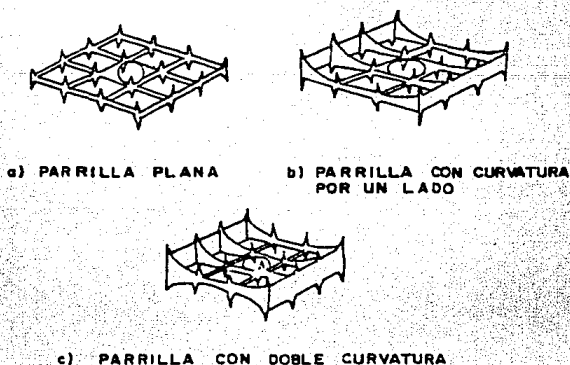


FIGURA IV-4.25 CONECTORES DE PARRILLA

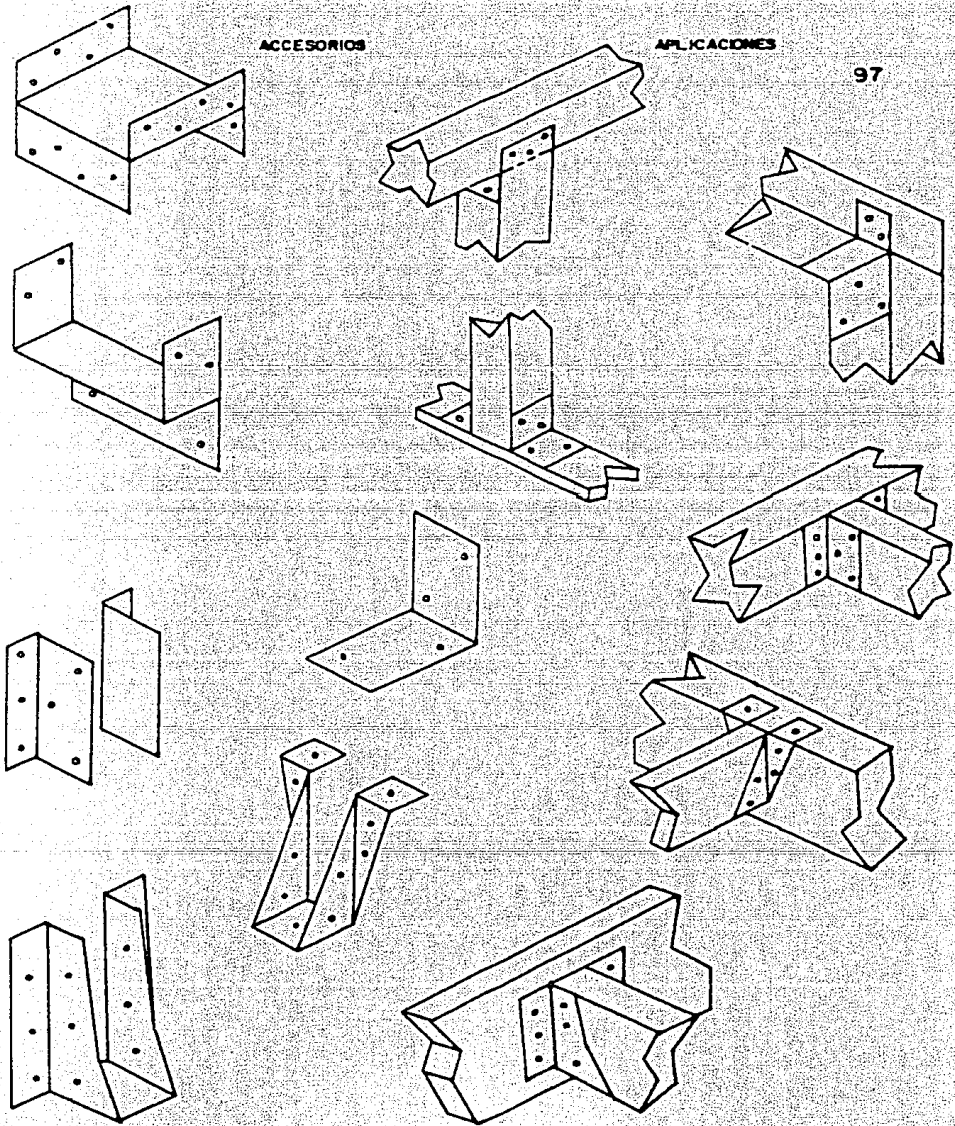


FIGURA IV- 4. 26 ACCESORIOS METALICOS DIVERSOS

IV.5 Fijadores encolados

Los pegamentos se utilizan no solamente para fabricar -- elementos de madera laminada, tableros o en combinación con madera -- maciza, sino también para realizar conexiones entre miembros estructurales.

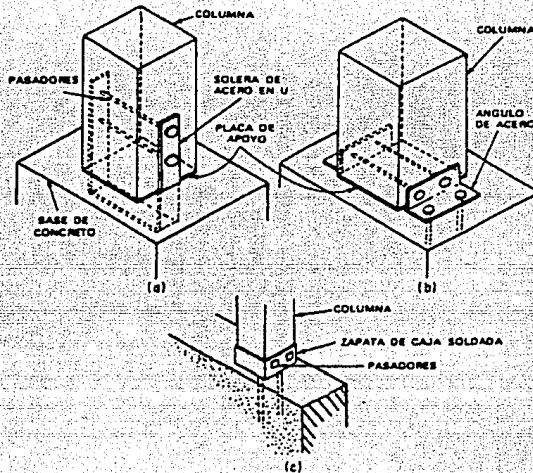
Las juntas encoladas son generalmente entre dos piezas de madera donde la dirección de las vetas son paralelas (como sucede entre las laminaciones de una viga o de un arco). O dichas uniones pueden ser entre tabloncillos laminados o sólidos aserrados y madera con trachapada, donde la veta de la cara de la madera contrachapada puede ser paralela o transversal a la dirección de la veta de los tabloncillos.

Los pegamentos más comunes son los siguientes:

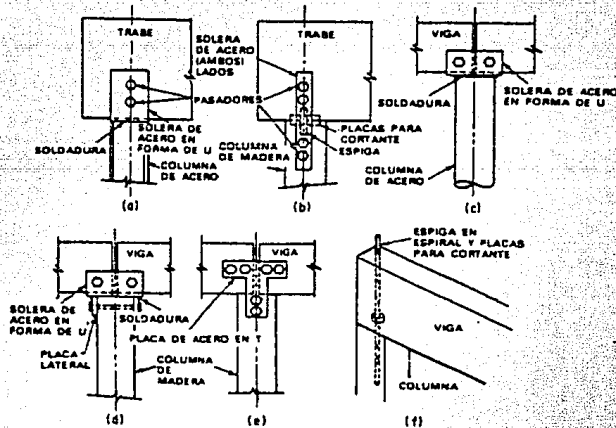
- Resinas fenólicas.- Son resinas sintéticas, difíciles de aplicar, pero constituyen el pegamento más satisfactorio desde el punto de vista de resistencia y durabilidad. Resisten la humedad, de manera que pueden usarse en estructuras que se encuentran expuestas a la intemperie.
- Caseína.- De origen natural. Es más fácil de aplicar que las resinas fenólicas, pero más sensible a la humedad. Su uso debe limitarse a estructuras protegidas contra la intemperie.
- Urea.- Es también sintética. Se aplica con facilidad pero su comportamiento es dudoso; se tiende a prescindir del uso de este pegamento.

Al escogerse un pegamento debe investigarse sus características de durabilidad, el procedimiento de aplicación y su capacidad para transferir esfuerzos cortantes paralelos a las superficies unidas o esfuerzos de tensión perpendiculares a ella. Las especificaciones de los fabricantes suelen proporcionar datos útiles.

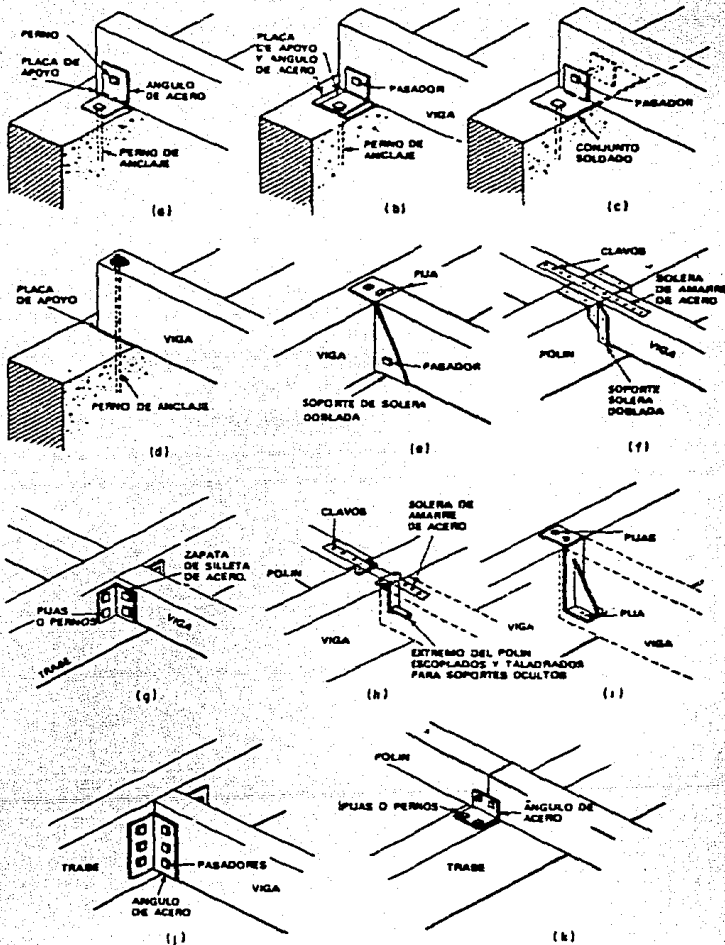
IV.6 Ejemplos de uniones.



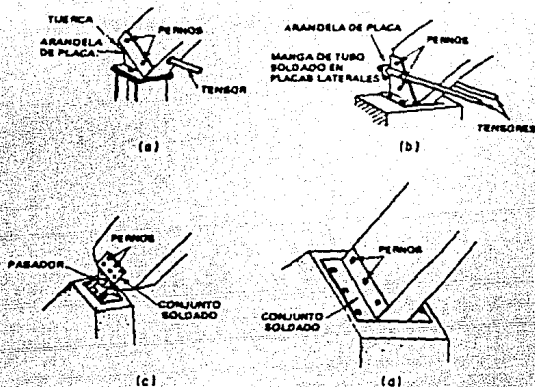
Anclajes típicos de columnas de madera en su base. (a) Columnas de madera anclada en una base de concreto con soleras en U; (b) anclaje con ángulos de acero; (c) con una zapata de caja soldada.



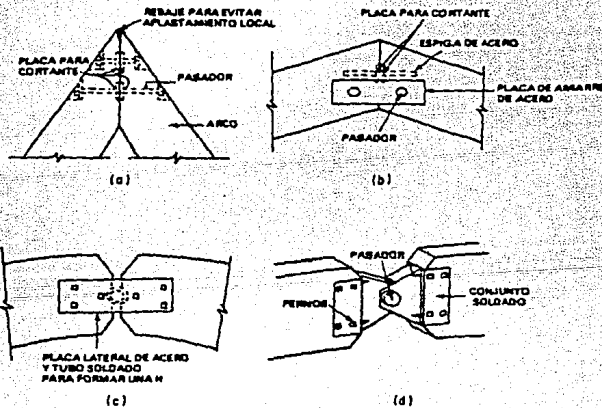
Conexiones típicas de traveses y vigas de madera a columnas. (a) Trabe a columna de acero; (b) trabe a columna de madera; (c) viga a columna de tubo; (d) viga a columna de madera con solera de acero soldada en placas laterales de acero; (e) viga a columna de madera, con una placa T; (f) con espiга en espiral y placas para cortante.



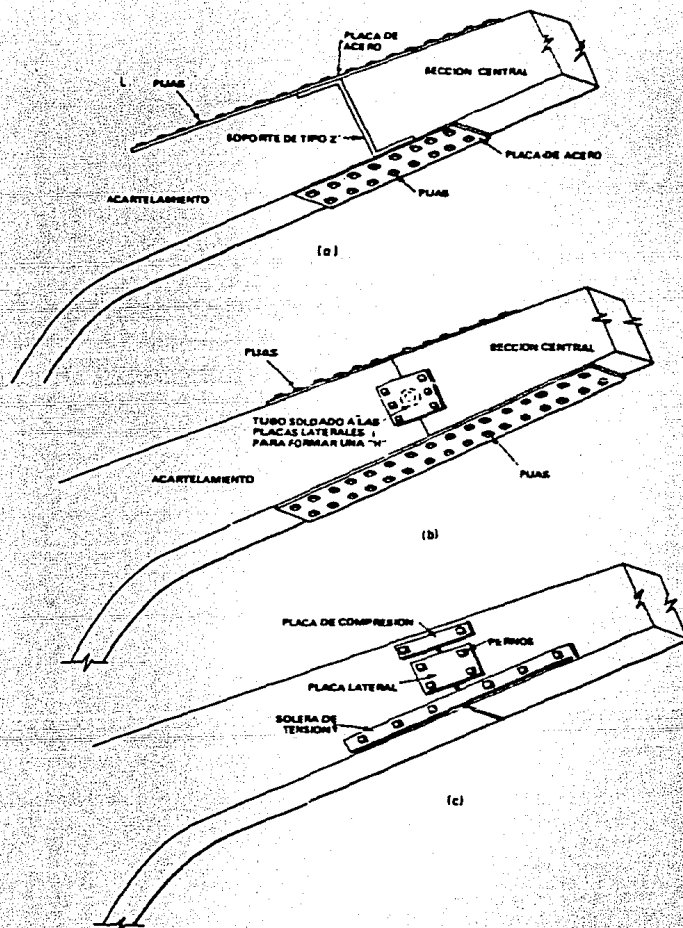
Conexiones a vigas. (a) y (b) Viga de madera anclada sobre la pared con ángulos de acero; (c) con ensamble soldado. (d) Viga anclada directamente con perno. (e) Viga apoyada en trabe con soporte de solera doblada. (f) Soporte similar para polines. (g) La siqueta conecta la viga con la trabe (adecuado para conexiones de un solo lado). (h) e (i) Conexiones con soportes ocultos. (j) y (k) Conexiones con ángulos de acero.



Bases para arcos segmentados de madera: (a) y (b) tensores anclados en la zapata del arco; (c) encaje de articulación para arcos grandes; (d) zapata soldada para arco.



Conexiones de coronas para arcos. (a) Para arcos con pendiente 4:12 o mayor, la conexión consiste en pares de placas para cortante e espaldas con pasadores o varillas atornilladas en el arco. (b) Para arcos con pendientes más planas, las placas para cortante se centran sobre una espiga y pueden emplearse junto con placas de amarre y pasadores (c) y (d) articulación en la corona.



Conexiones para momentos en un arco: (a) y (b) conexiones con placas de acero superiores e inferiores; (c) conexiones con placas laterales.

CAPITULO V

USOS DE LA MADERA, EJECUCION DE OBRAS
Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO.

V.1 Construcciones provisionales.

La mayor parte de la madera en México se destina a obras provisionales, como son, las cimbras.

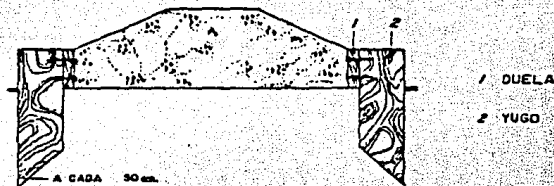
La cimbra, se integra fundamentalmente por dos estructuras:

- a) Cimbra de contacto.
- b) Obra falsa.

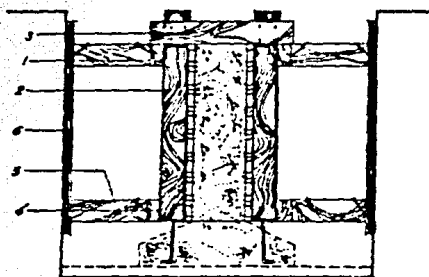
La cimbra de contacto es la que se encuentra directamente en contacto con el concreto, y cuya función es contener y configurar el concreto de acuerdo al diseño de la estructura; se compone principalmente por paneles, tarimas, moldes prefabricados, etc.

La obra falsa es la constituida por elementos que trabajan estructuralmente soportando a la cimbra de contacto; los elementos más comunes usados son vigas, madrinas, pies derechos, contravientos, etc.

En las siguientes figuras se ilustran algunos tipos de obras provisionales.

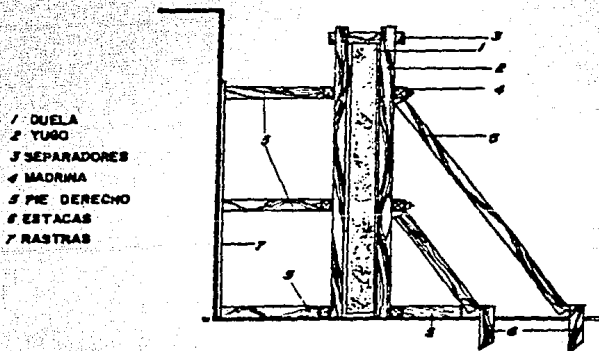


CIMBRA EN ZAPATAS.



- 1 DUELA EN CONTACTO
- 2 TUSOS
- 3 SEPARADORES
- 4 MADRIMAS
- 5 PIES DERECHOS
- 6 ARRASTRES

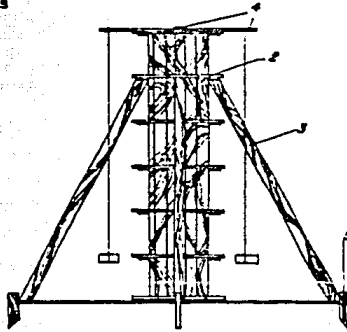
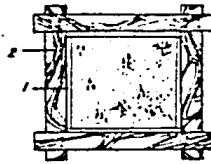
CIMBRA DE CONTRATRABES.



- 1 DUELA
- 2 TUSO
- 3 SEPARADORES
- 4 MADRIMA
- 5 PIE DERECHO
- 6 ESTACAS
- 7 RASTRAS

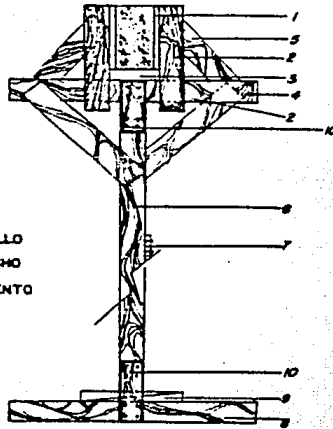
CIMBRA EN MUROS.

- 1 DUELA
- 2 YUGOS
- 3 PIES DERECHOS
- 4 PLUMOS
- 5 ESTACAS

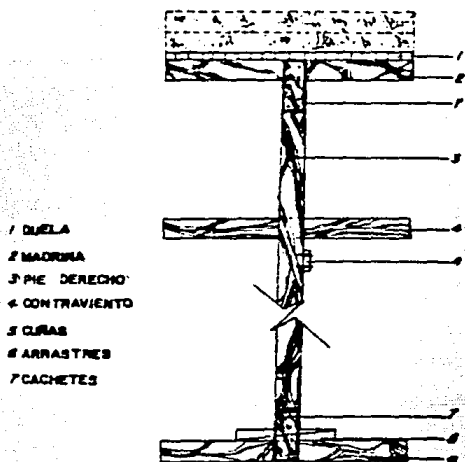


CIMBRA EN COLUMNAS.

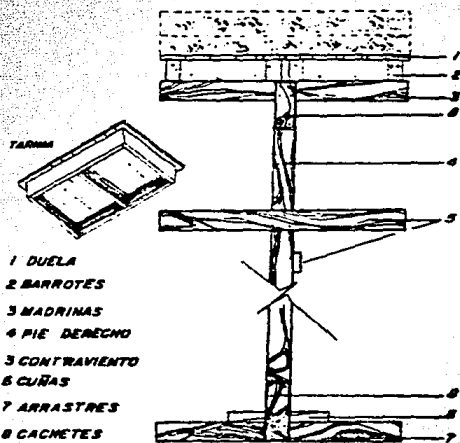
- 1 DUELA
- 2 YUGO
- 3 BASE
- 4 MADRINA
- 5 PATAS GALLO
- 6 PIE DERECHO
- 7 CONTRAVIENTO
- 8 ARRASTRE
- 9 CUÑAS
- 10 CACHETES



CIMBRA EN TRABES.



CIMBRA EN LOSAS.

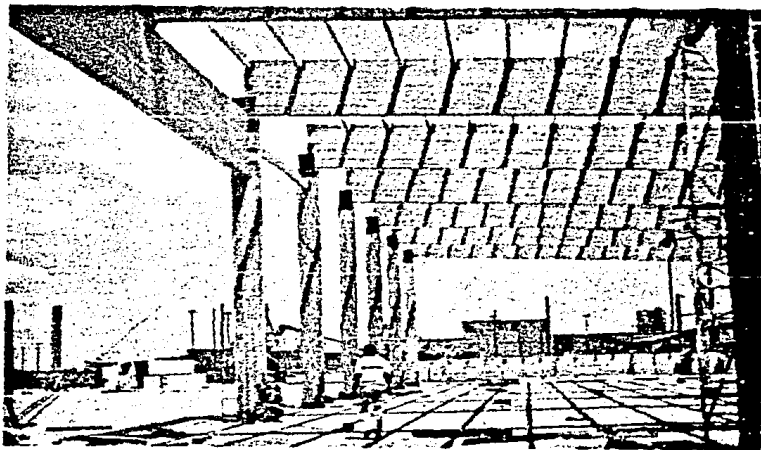


CIMBRA DE LOSAS CON TARIMAS.

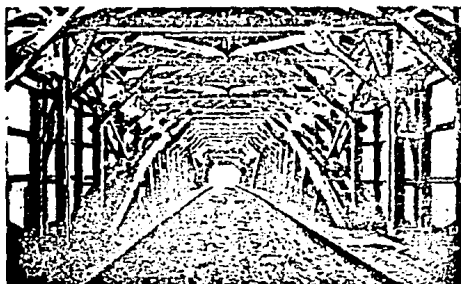
V.2 Construcciones permanentes.

Las construcciones permanentes de madera, son aquellas estructuras que prestarán su servicio durante un período de vida predeterminado. Se utilizan todo tipo de maderas, tanto industrializadas como no industrializadas. - En México, la aplicación de madera en construcciones permanentes es poco común.

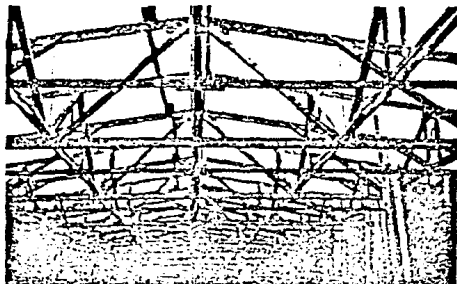
Las construcciones permanentes pueden ser naves industriales, centros comerciales, auditorios, instalaciones deportivas, iglesias, casas habitacionales, algunos tipos de puentes, etc. En las siguientes figuras se ilustran algunos tipos de construcciones permanentes.



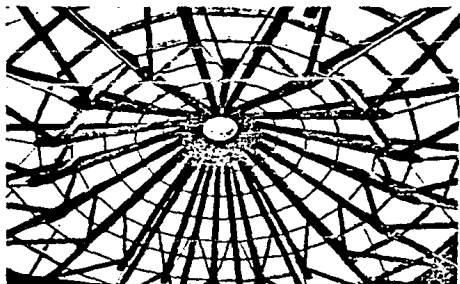
ESTRUCTURA DE MADERAS LAMINADAS, MEXICO.



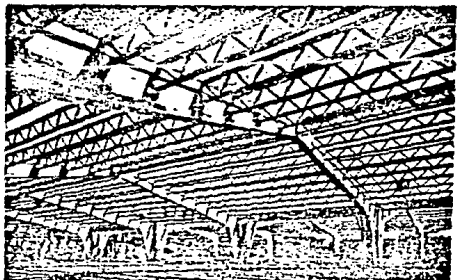
Construcción de madera con cuñas. Puente sobre el Rin, en Salaz, 1928. Luz de 3 x 50 m. Proyecto y dirección del Ing. W. Staubi, Zurich (EMPA). Construcción de puentes, andamios y grandes edificios de madera en Suiza Zurich, 1936.



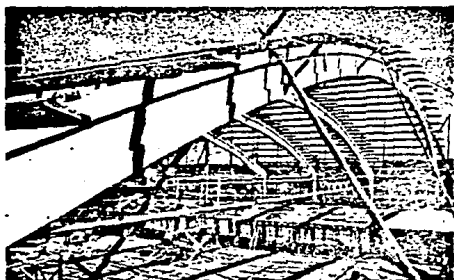
Vigas con clavos. Luz de 13,90 m. Proyecto por la oficina de ingeniería para construcción con madera Karlsruhe (Dr. G. Hempel). «Construcciones actuales con madera». Bruderverlag, Karlsruhe, 1961.



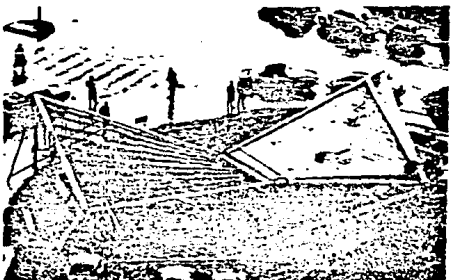
Entramado de vigas. Tejido en cúpula para una iglesia. Dirección realizada por el carpintero Lenz Meidelsberg (Dr. G. Hempel). «Construcciones actuales con madera». Bruderverlag, Karlsruhe, 1961.



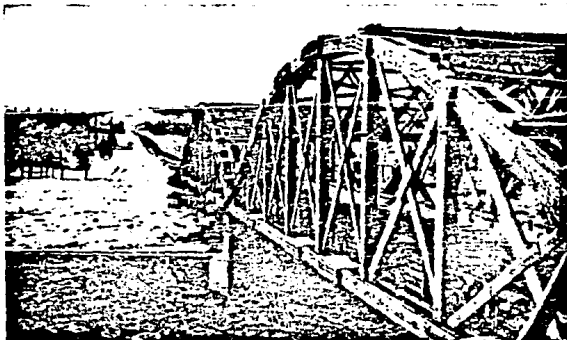
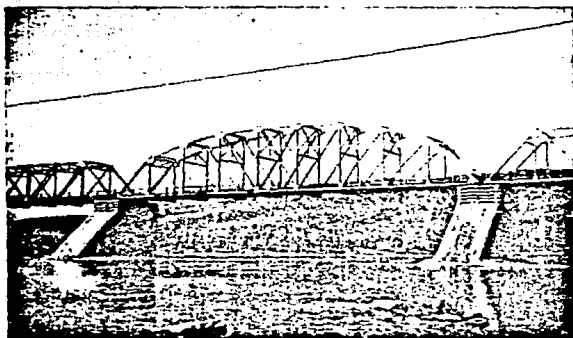
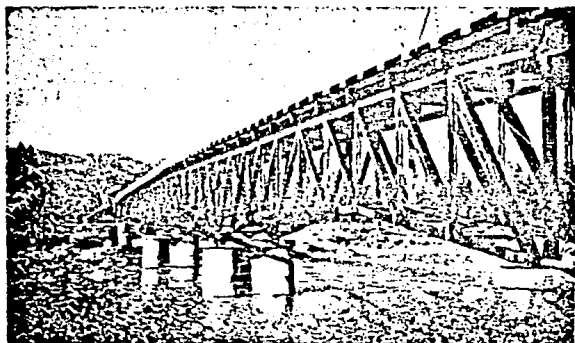
Vigas de alma reforzada con correas CPT. Almacén de dos naves. Luz libre entre dos derechos de 21,90. Separación entre las vigas 8 m. (Reproducción autorizada por el Bruderverlag, Karlsruhe).



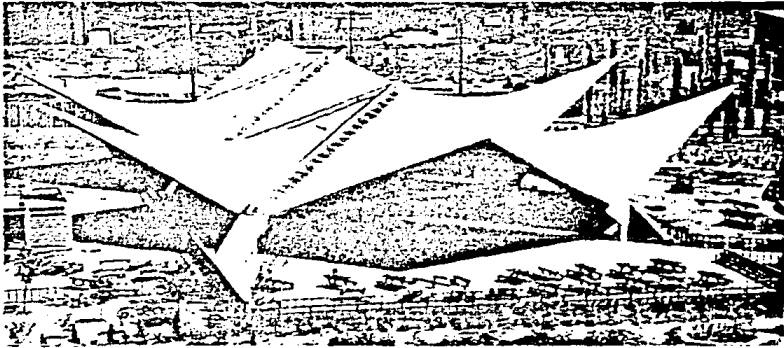
Vigas Nestler. Vigas curvadas de madera laminada, destinadas al cuboión de deportes de Mannheim-Käfertal. Luz libre 42,70 (Archivo Karl Kubler AG, Stuttgart y Goppingen).



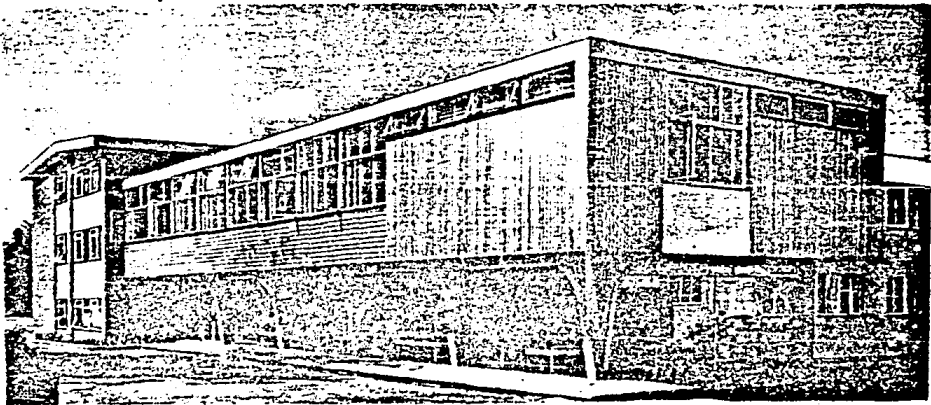
Cubierta en «cascarón». Formando un paraboloide hiperbólico. Experimento para la Escuela Técnica Superior de Stuttgart. Proyecto de Curt Siegel, colaborador Francisco Krauss. Producción por Karl Kubler AG, Goppingen (Fotografía cámara de Esterica y Communion Industrial de la T. M. Stuttgart).



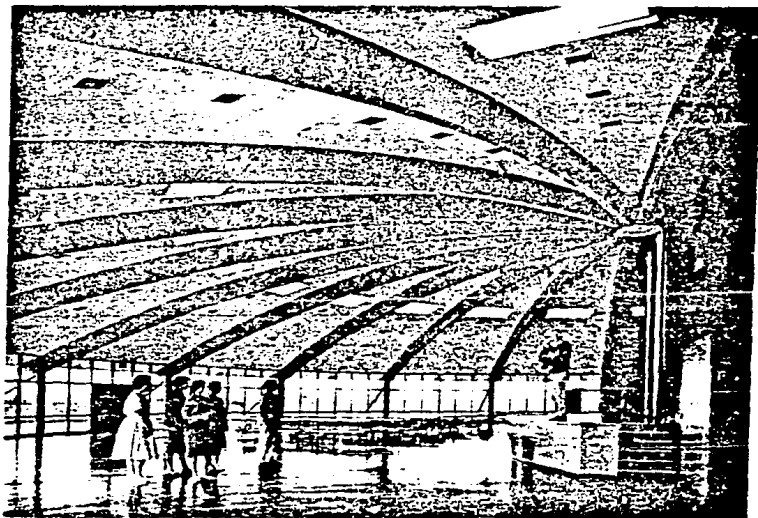
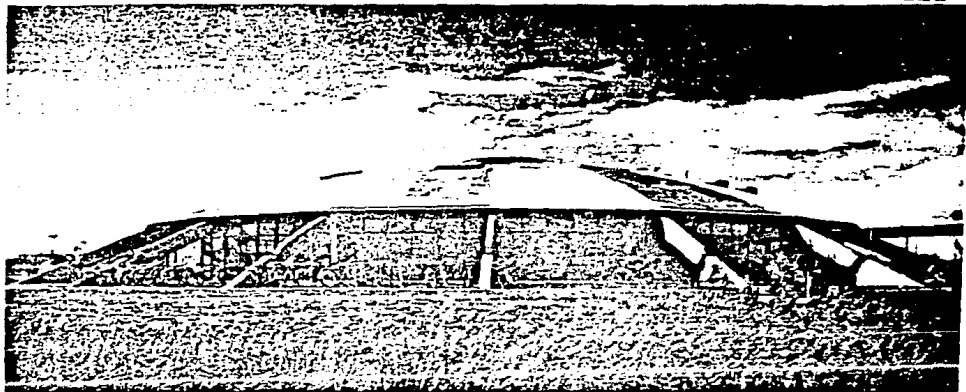
PUNTES DE FERROCARRILES.



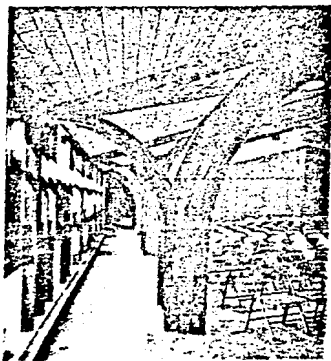
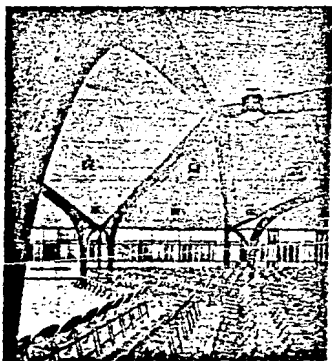
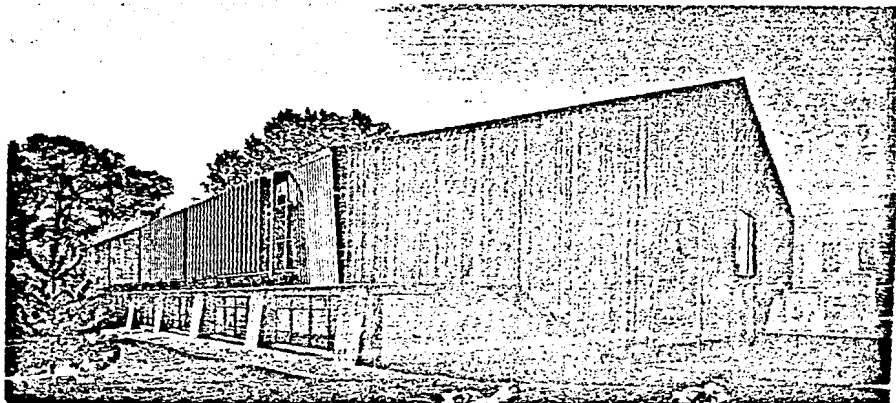
PABELLON DE EXPOSICIONES, U.S.A.



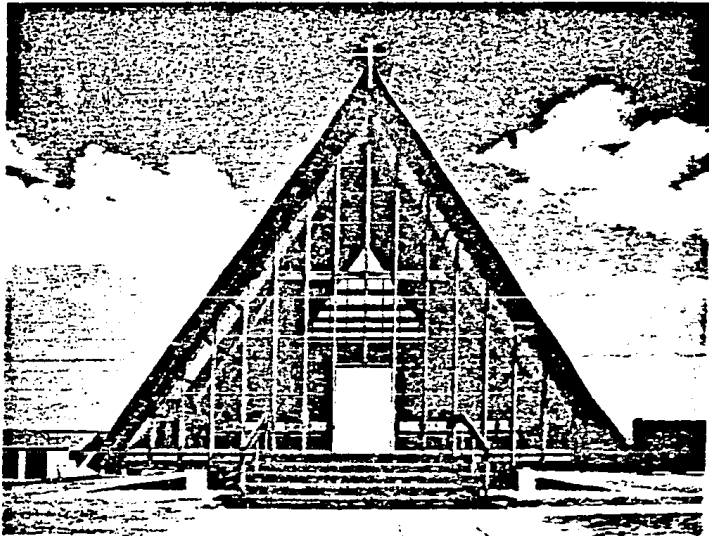
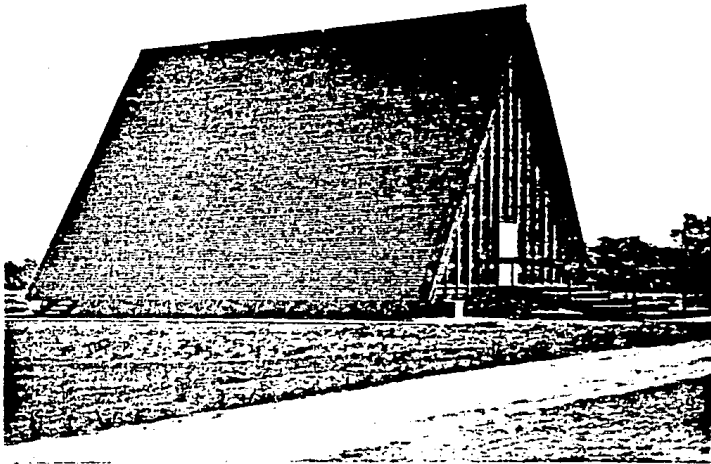
EDIFICIO PARA OFICINAS, U.S.A.



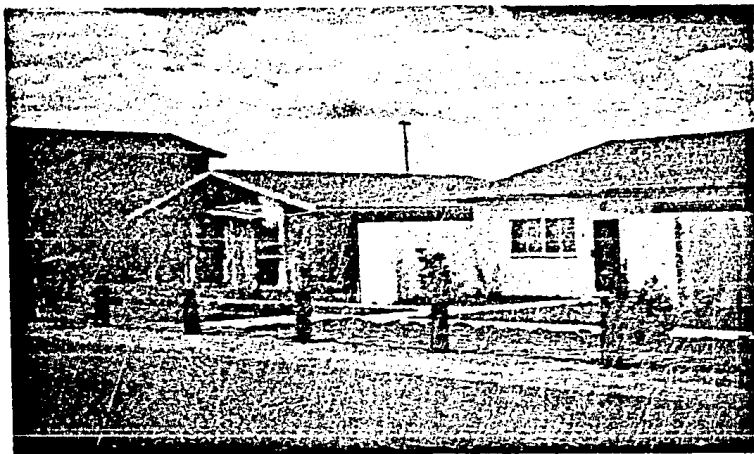
PABELLON DE VARIOS USOS, U.S.A.



SALON DE ACTOS, U.S.A.



IGLESIAS.



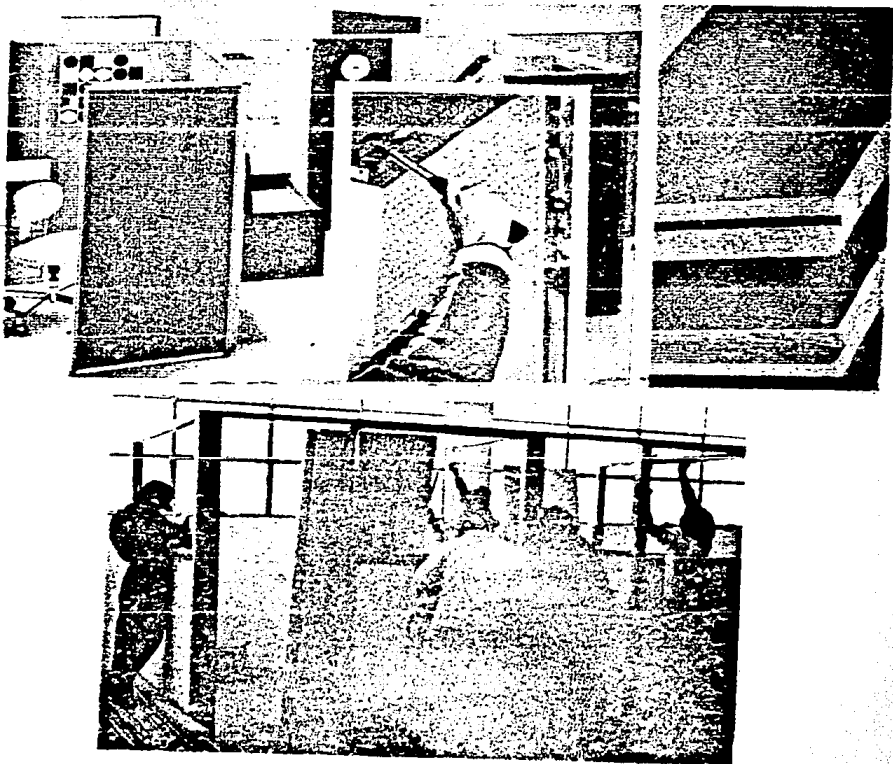
CASA DE INTERES SOCIAL, MEXICO.



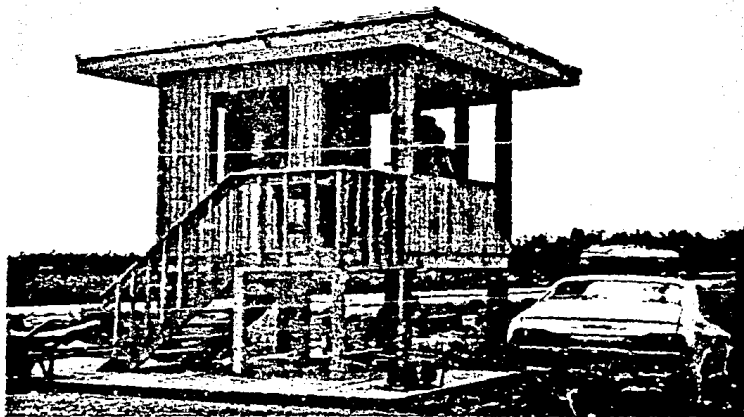
CASA RESIDENCIAL, MEXICO.

V.3 Otros usos.

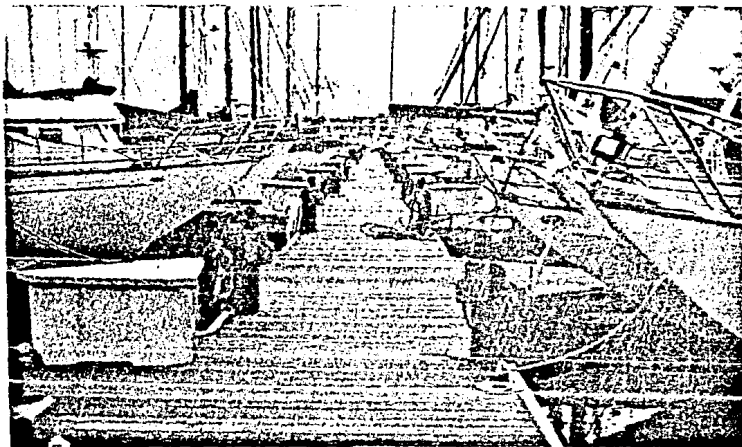
*La madera como material tiene un sin fin de --
aplicaciones, como pueden ser las siguientes ilustraciones.*



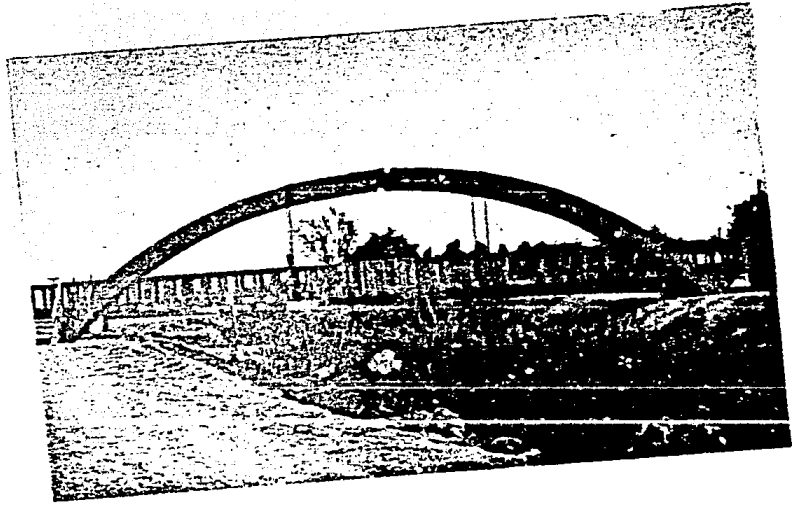
CANCELES.



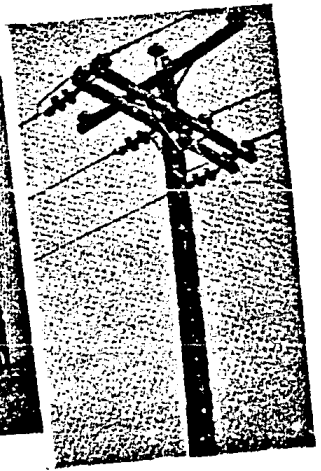
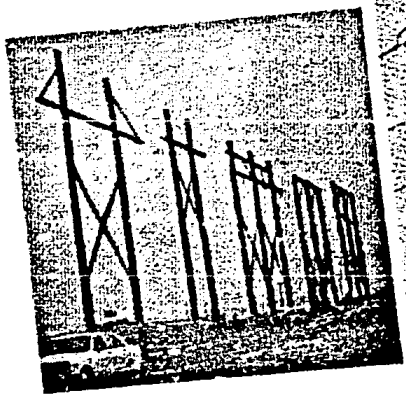
TORRES Y CASSETAS DE VIGILANCIA.



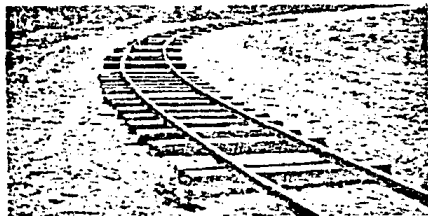
MARTINAS.



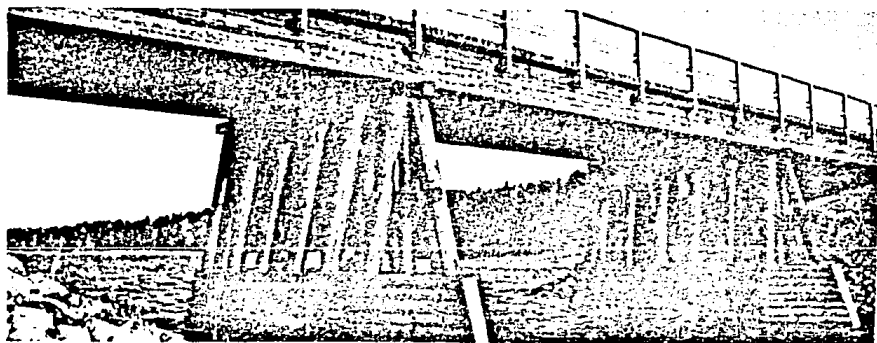
PUNTES PEATONALES.



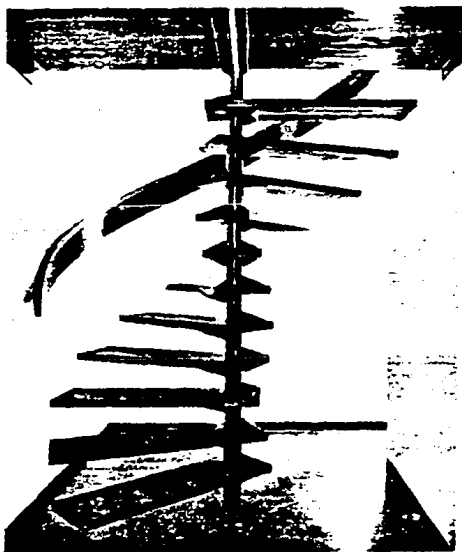
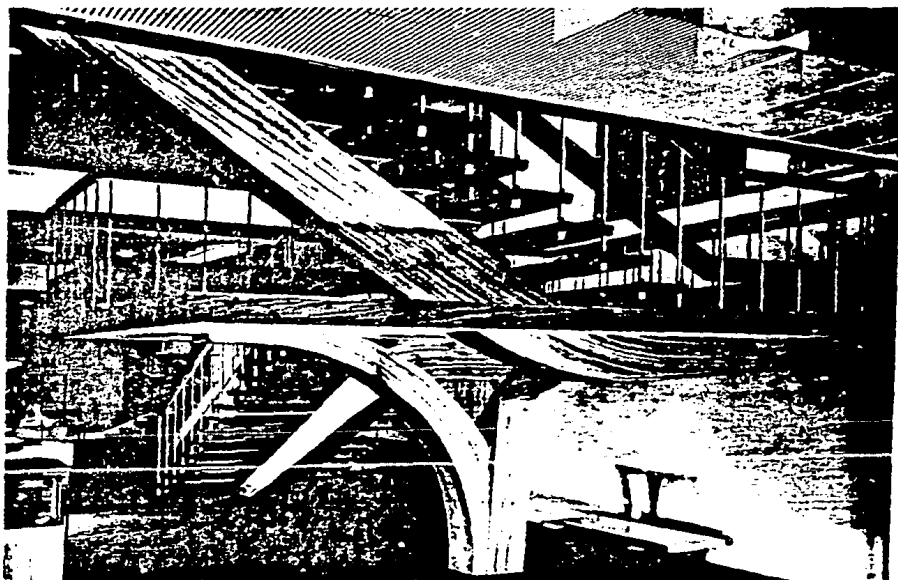
POSTES DE COMUNICACION.



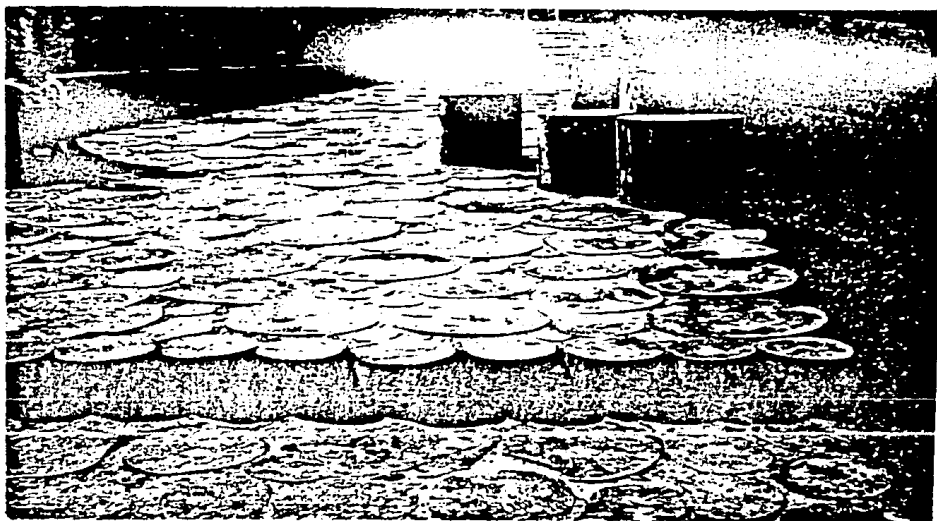
DURMIENTES PARA VIAS DE FERROCARRIL .



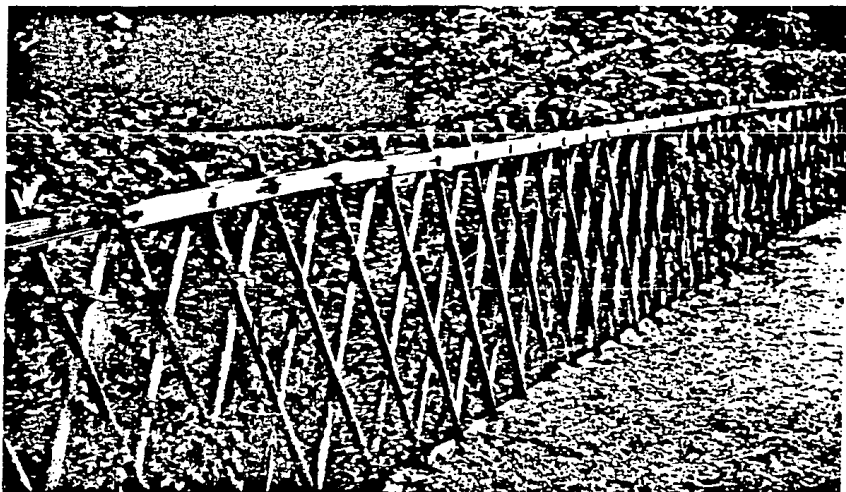
POSTES DE CARGA EN PUENTES.



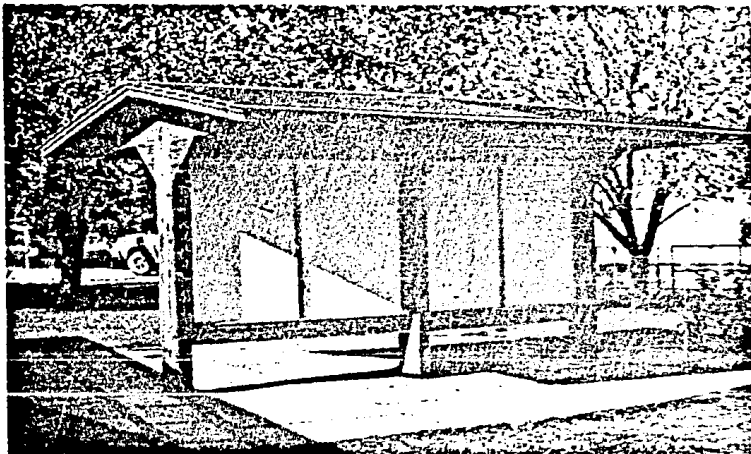
ESCALERAS.



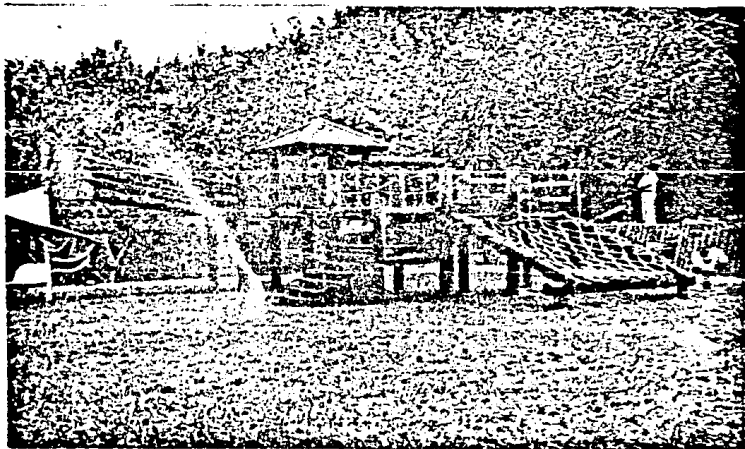
PAVIMENTO DE TARUGOS CILINDRICOS DE MADERA.



CERCAS DE JARDIN.



VESTIBULOS.



JUEGOS INFANTILES.

V.4 Ejecución de obras.

Para la ejecución de obras de estructuras de madera, se deben tener presente las siguientes consideraciones:

- Montajes de madera. El montaje de estructuras de madera se hará de acuerdo a las recomendaciones del diseñador, deben efectuarlo cuadrillas experimentadas y equipo adecuado de levantamiento para proteger vidas y propiedades, para asegurar que los marcos estén debidamente armados y que no se dañen durante el manejo.

Deben revisarse la cantidad y los daños de cada embarque de madera que se recibe en la obra. Antes de empezar el montaje, deben verificarse las dimensiones del proyecto en la obra. Se debe determinar la exactitud y capacidad de los estribos, las cimentaciones, los pilares y los pernos de anclaje. Además, el constructor debe asegurarse de que todos los soportes y anclas estén completos, accesibles y libres de obstáculos.

- Almacenaje en la obra. Si se tienen que almacenar los elementos de madera en la obra, deben colocarse donde no vayan a crear un peligro a los otros ocupantes o a la misma madera. Todos los armazones, especialmente los elementos laminados encolados, almacenados en la obra deben colocarse en el piso sobre bloques apropiados. Los elementos deben separarse con tiras de madera de tal modo que el aire pueda circular en ellos. La parte superior y todos los lados de cada pila almacenada debe cubrirse con una cubierta resistente a la intemperie (humedad, suciedad, escombros de la obra, etc); no utilizar películas de polietileno, en vista de que los elementos de madera pueden decolorarse por la luz del sol. Las envolturas individuales --

deben cortarse o perforarse del lado inferior para permitir el drenaje del agua que se acumula dentro de la envoltura.

- Equipo. Para todas las operaciones debe utilizarse equipo adecuado, de la capacidad de carga debida, con los controles necesarios para mover y colocar en su lugar los elementos. La naturaleza debe ser tal, que asegure la colocación segura y rápida de los materiales. Las eslingas, los cables y los otros artefactos de amarre no deben dañar los materiales que se están colocando.

- Accesibilidad. Debe haber suficiente espacio en la obra para almacenar en forma temporal los materiales desde que se entregan en la obra hasta el momento de montaje. El equipo de manejo de materiales debe tener un camino sin obstrucciones desde el almacén hasta el punto de montaje. La localización del área requerida para operar el equipo depende de que el montaje se realice desde adentro del edificio o desde afuera.

- Precauciones para no dañar los elementos de madera. Descargue los camiones a mano o con grúa. Durante la descarga con grúas, utilice cinchos de tela o plástico, u otras eslingas que no rayen la madera. Si se tienen que usar cadenas o cables, proporcione bloques protectores o acolchonamientos. No tire, arrastre ni deje caer los elementos. Tómense las precauciones debidas para evitar manchas, suciedad, huellas de zapatos, abrasiones o dañar las orillas conformadas o las esquinas agudas.

- Ensamblado y subensamblado. Del sistema estructural y de las varias uniones incluidas depende que estas operaciones se realicen en el taller, sobre el terre-

no o al aire libre en la obra.

El ensamblado debe hacerse de acuerdo a los planos aprobados. Los taladros o escopleaduras adicionales, así como la instalación de todos los conectores de campo, deben hacerse con mano de obra calificada.

Las armaduras en general se embarcan total o parcialmente desarmadas. Se ensamblan sobre el terreno en la obra antes del montaje. Los arcos que en general se embarcan en medias secciones, pueden ser ensamblados sobre el terreno o las conexiones pueden hacerse después que los medios arcos estén en posición. Cuando las armaduras o los arcos se ensamblan sobre el terreno en la obra, el ensamblado debe hacerse sobre bloques nivelados, para permitir que las conexiones se ajusten en forma adecuada y se aseguren completamente sin daños.

Antes del montaje, el armado debe revisarse en cuanto a las dimensiones totales prescritas, las contraflechas prescritas y la exactitud de las conexiones de anclaje. El montaje debe planearse y ejecutarse de tal manera que, el ajuste apretado y la nítida apariencia de las uniones y la estructura total no se dificulten.

- Soldaduras de campo. Cuando se requiere soldar en la obra, el trabajo debe realizarlo un soldador calificado de acuerdo con los planos de la obra y especificaciones aprobadas.

- Herrajes. Todas las conexiones deben ajustarse fácilmente de acuerdo con los planos, especificaciones y diseños de la obra aprobada. Todo corte, armado y perforación deben efectuarse de acuerdo con buenas prcti-

cas de taller. Todo corte escolapiado o taladrado en la obra debe realizarse con buena mano de obra, considerando el uso final y la apartencia.

- **Contraventeo.** Estos elementos estructurales deben colocarse para proporcionar restricción o soporte, o ambos, para tener la seguridad de que el ensamble completo formará una estructura estable. Este arriostramiento puede extenderse en forma longitudinal y transversal. Puede consistir en elementos de contraladeo, cruces verticales, diagonales y similares, que resisten fuerzas de viento, temblores, montaje, aceleración, frenaje y otros. También puede consistir en acartelamientos, cables, tornapuntas, marcos rígidos y otros componentes similares en diversas combinaciones.

El arriostramiento puede ser temporal o permanente. Cuando es permanente, y requerido como parte integral de una estructura completa, se muestra así en los planos arquitectónicos o de ingeniería y, en general también está mencionado en las especificaciones de la obra. El arriostramiento temporal durante la construcción se requiere para estabilizar o para mantener en su lugar elementos estructurales permanentes durante el montaje, hasta que otros elementos permanentes que servirán para ese propósito se coloquen y se aseguren. Este contraventeo es responsabilidad del montador, que normalmente lo proporciona y lo arma. Debe fijarse de tal manera que los niños u otros visitantes casuales no los puedan quitar o los muevan. Deben instalarse protectores en las esquinas y otros artefactos protectores para evitar que los miembros se dañen por el arriostramiento.

La mayor parte del arriostramiento temporal -

para las estructuras se dejan en su lugar, porque están diseñados para contraventear la estructura terminada contra las fuerzas laterales.

V.5 Recomendaciones de diseño.

El objetivo de las siguientes recomendaciones es obtener diseños económicos con las estructuras de madera:

- El uso de tamaño y clases estándares de madera. Considere el uso de componentes estructurales estandarizados, ya sean de madera, vigas de madera encolada o estructuras complejas diseñadas para ser eficientes, económicas y adecuadas estructuralmente.
- Utilice detalles estándares siempre que sea posible. Evite herrajes conectores especialmente diseñados y manufacturados.
- Emplee la menor cantidad de juntas simples como sea posible. Ponga empalmes, cuando sea necesario, en las áreas de menor esfuerzo. No coloque los empalmes donde los momentos flexionantes son grandes; así evitara dificultades de diseño, fabricación y montaje.
- Evite variaciones innecesarias en la sección transversal de elementos en su longitud.
- Utilice repetidamente diseños de elementos idénticos en toda la estructura, hasta donde sea práctico. Mantenga el número de arreglos diferentes a un mínimo.
- Considere el uso de perfiles para techos que

tengan una influencia favorable a la clase y la cantidad de carga sobre la estructura.

- Especifique siempre los esfuerzos de diseños permisibles en lugar del tipo de madera o su combinación que debe usarse.

- Seleccione un adhesivo adecuado para las condiciones de servicio, pero no especifique más. Por ejemplo, no es necesario usar adhesivos de resinas impermeables en los lugares en que otros adhesivos más económicos y resistentes al agua son adecuados.

- Elija madera tratada con preservativos donde las condiciones de servicio lo dictaminen. Este tratamiento no debe usarse donde no existan peligros de descomposición. Pueden usarse tratamientos retardantes al fuego para cumplir con un coeficiente específico de esparcimiento de flamas, pero no son necesarios para elementos de gran sección transversal que están bien espaciados y, por tanto, presentan un bajo riesgo al incendio.

- En lugar de tener claros largos y simples, considere el uso de claros continuos o articulados o claros simples con voladizos.

- Seleccione el grado de apariencia más adecuado al proyecto. No especifique tipos de apariencia superior para todos los elementos, si esto no se requiere.

CAPITULO VI

LA VIVIENDA DE MADERA EN MEXICO

VI.1 Introducción

La aplicación estructural de la madera que parece ofrecer el mayor interés potencial es: la vivienda. Por otra parte la vivienda ilustra mucho de los sistemas estructurales empleados en la construcción con madera.

Aproximadamente el 90% de las viviendas unifamiliares - en los Estados Unidos y Canadá son de madera. En los países escandinavos la proporción es de 80%. En Inglaterra, país que debe importar gran parte de la madera que consume, más del 10% de las viviendas se construyen con madera. En México, a pesar de que los recursos forestales son apreciables ya que también se importa madera, el papel de este material en la solución de los problemas de vivienda es insignificante. Esto es atribuible a diversos factores, entre los que se mencionan:

- La escasa información sobre las propiedades de las maderas disponibles.
- El deficiente control de calidad de los materiales ofrecidos.
- La falta de reglamentos y normas apropiadas.
- La falta de estandarización de productos.
- El temor a los incendios.
- La desconfianza en cuanto a la durabilidad.

- La resistencia de bancos y aseguradores a financiar la construcción con madera.
- La carencia de profesionistas, técnicos y obreros -- debidamente preparados para poder lograr un real -- uso de la madera.

Debe mencionarse también la tendencia a asociar la madera con vivienda de mala calidad (el jacái) y con estructuras provisionales (barracones, etc.). Dadas las indudables ventajas de la madera para la construcción de vivienda, como lo demuestra la experiencia de otros países, parece importante superar las dificultades indicadas e impulsar el aprovechamiento de este material en la solución de los graves problemas habitacionales del país.

VI.2 Ventajas de las viviendas de madera

La madera ofrece una serie de ventajas obvias para la construcción de viviendas.

- Por su bajo peso volumétrico las cimentaciones resultan más sencillas y económicas que las viviendas de otros materiales.
- El bajo peso influye también favorablemente en el comportamiento de la estructura ante las acciones sísmicas.
- Se reduce notablemente el costo del transporte de los materiales y componentes respecto a los costos correspondientes de otros sistemas.
- Se puede lograr que tanto los muros como los techos y pisos funcionen como diafragmas. Esto da una gran resistencia tanto a las fuerzas horizontales como a los efectos de posibles hundimientos diferenciales.

- La construcción de la vivienda de madera es sencilla y rápida. El montaje de la estructura puede efectuarse en un plazo de dos o tres días sin necesidad de utilizar grúas u otro equipo costoso. Gracias a la rapidez con que quedan cerrados los espacios, es posible iniciar los trabajos relativos a las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. Por supuesto la rapidez con que pueda entregarse la vivienda terminada repercute favorablemente en los costos de financiamiento.

- La madera es un excelente aislante. En este aspecto es unas seis veces más eficiente que el tabique o ladrillo de barro - recocido, quince veces más que el concreto o la piedra y 100 veces -- más que el acero. Combinada con otros materiales como la fibra de vidrio, puede satisfacer, a costos razonables, los requerimientos de - aislamiento de los climas más extremos.

- Desde el punto de vista arquitectónico ofrece varios aspectos interesantes. Permite una gran flexibilidad tanto en la forma de la planta como en la distribución de espacios y el tratamiento de las fachadas. El espesor reducido de los muros permite un mejor - aprovechamiento del espacio del que es posible con muros de otros mate- riales. Con facilidad se pueden hacer modificaciones y ampliaciones.

- La madera no es un material eterno. Sin embargo, con un buen tratamiento de conservación (sección III.5), la vida de un casa de madera, como lo atestiguan muchas aún existentes, puede ser más de un siglo. Es común estimar una vida útil de 60 años para una vi--vienda de madera construida según las técnicas modernas.

- El riesgo de incendio es uno de los factores que más contribuye a la desconfianza que con frecuencia inspira la madera para la construcción de viviendas. Con debidas precauciones - - - - - (sección III.5) este riesgo se reduce a proporciones razonables.

VI.3 Aspectos estructurales de la vivienda de madera.

Las viviendas de madera o cualquier otro tipo de construcción con este material (escuelas, iglesias, auditorios, etc.), están integrados por los siguientes elementos:

- a) Cimientos
- b) Sistemas de estructuras
- c) Sistemas de piso
- d) Sistemas de techo
- e) Sistemas de muro

Uno de los aspectos más ventajosos del uso de la madera en la construcción de viviendas es el bajo costo de la cimentación - que resulta del reducido peso de la estructura.

Existen dos tipos de cimentación, cada uno de los cuales puede tratarse de diversas maneras:

- Edificios en los que el piso de la planta baja consiste en una losa apoyada sobre el suelo (fig. VI.3.1 a VI.3.3).

- Edificios en que se recurre a un piso "suspendido", con un espacio entre el piso y el suelo. A veces la cimentación se construye de manera que este espacio tenga altura suficiente para poder aprovecharlo como sótano (fig. VI.3.4 a VI.3.6).

Son varios los sistemas de estructuras a los que se puede recurrir para construir viviendas. Se enumeran algunos de los más usuales:

- Poste y dintel.- Consiste en apoyar vigas sobre postes. Se caracteriza por el empleo de miembros robustos colocados a separaciones grandes, con lo que se forman estructuras reticulares espaciales. El sistema se puede emplear para varios niveles.

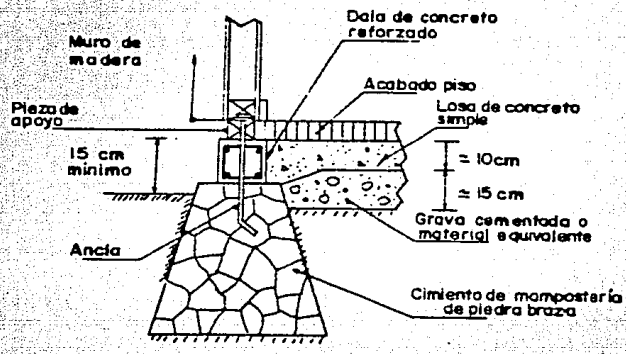


FIGURA VI-3-1 CIMENTACION DE PIEDRA BRAZA

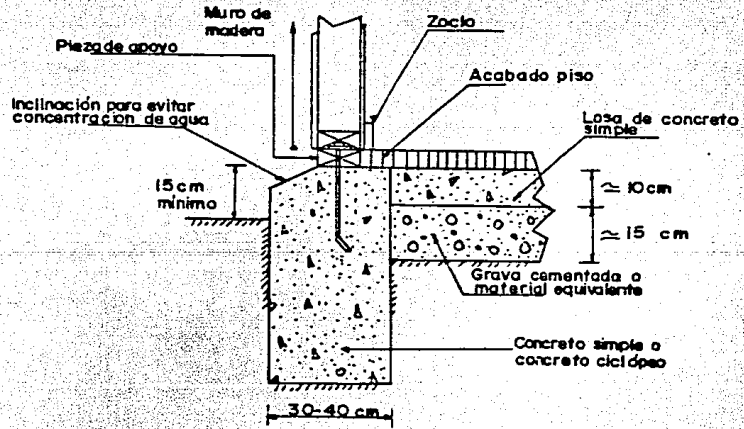


FIGURA VI-3-2 CIMENTACION CORRIDA DE CONCRETO SIMPLE O CICLOPEO COLADO EN ZANJA HECHA CON EXCAVADORA MECANICA

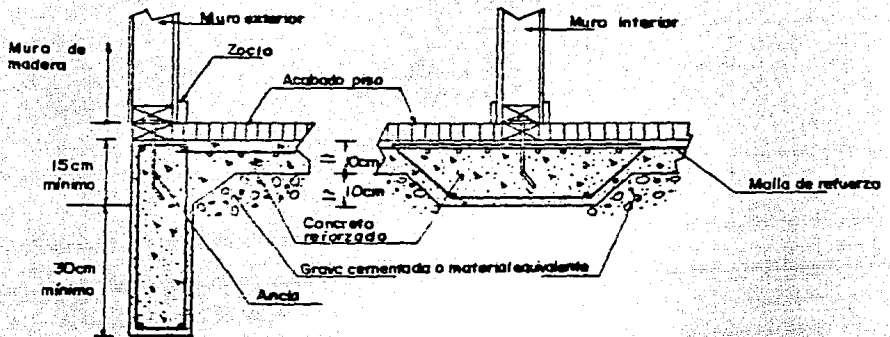


FIGURA VI-3-3 CIMENTACION CON LOSA REFORZADA

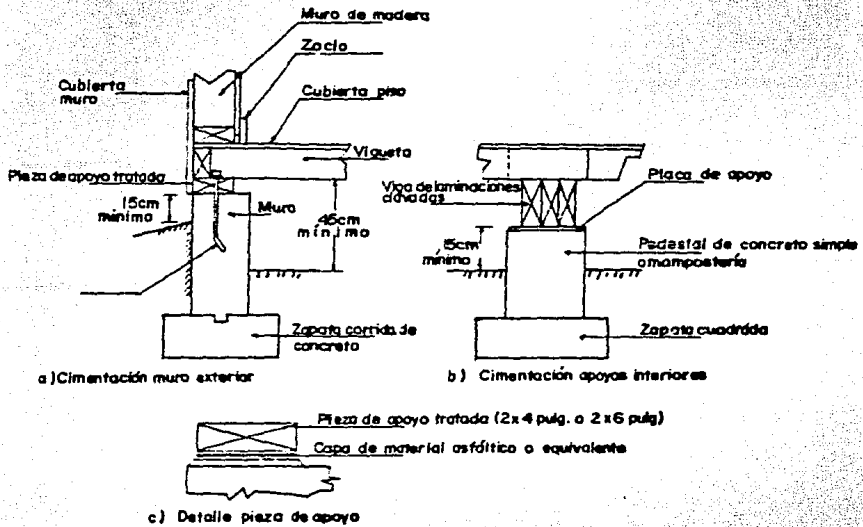


FIGURA VI-3-4 CIMENTACION DE MURETE CORRIDO PARA PISO SUSPENDIDO

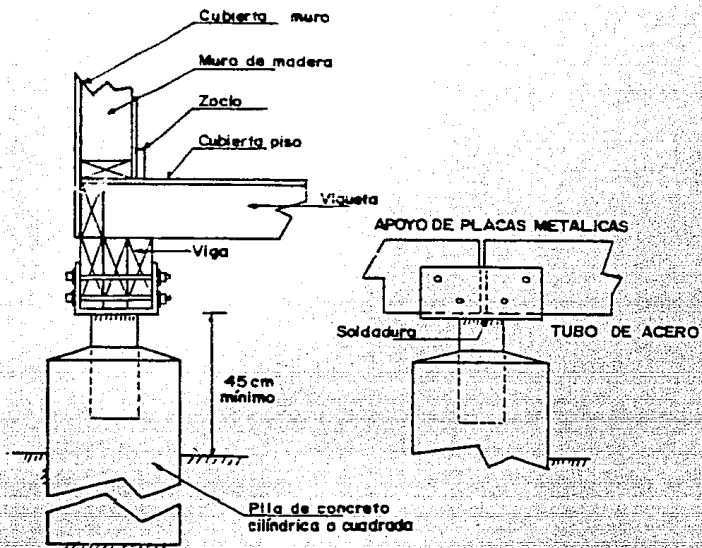


FIGURA VI-3.5 CIMENTACION CON PILAS DE CONCRETO

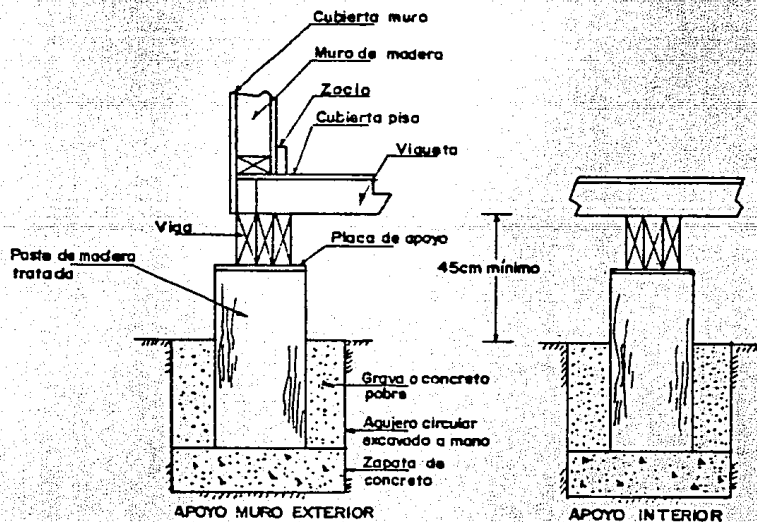


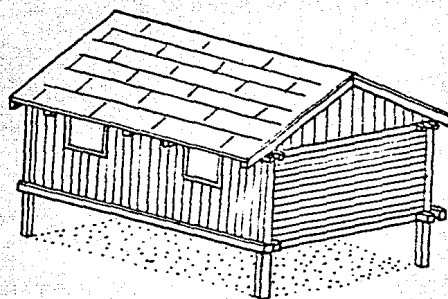
FIGURA VI-3.6 CIMENTACION CON POSTES CORTOS DE MADERA

- Postes hincados en el suelo (fig. VI.3.7).- Una modalidad de la construcción de poste y dintel consiste en hincar los postes en el suelo en lugar de apoyarlos sobre una base o cimiento. Los postes pueden ser de madera en rollo o rectangulares. Apropiado para terrenos accidentados, eleva el piso respecto al nivel del suelo a un bajo costo. Los postes hacen a la vez de cimentación y de superestructura; un aspecto que debe vigilarse es la protección de los postes con un preservador adecuado.

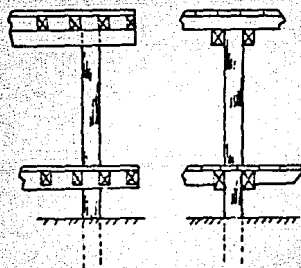
- Viviendas de armazón de madera.- Es el sistema estructural más comúnmente empleado en la actualidad. Se caracteriza este sistema por el ensamble mediante clavos de piezas estandar de dimensiones pequeñas (un espesor de unos 4 a 5 cm es usual) para formar estructuras espaciales. Los muros están constituidos por piezas verticales forradas con triplay o duela. El piso está formado por vigueta que soportan también una cubierta de triplay o duela. Para el techo se emplean viguetas o armaduras ligeras, con diversos materiales de techado. Para mejorar la rigidez, se recurre a elementos diagonales formando sistemas triangulados.

Las estructuras de este tipo exhiben un excelente comportamiento ante las acciones sísmicas ya que por tener poca masa, tanto sus muros como sus pisos actúan como diafragmas.

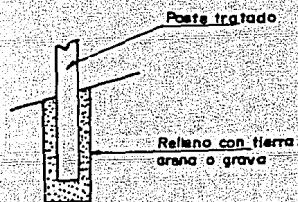
Existen dos variantes básicas. El sistema denominado armazón de globo y el de plataforma (fig. VI.3.8). En el primero, los elementos verticales son continuos de nivel a nivel, desde la cimentación. En la segunda variante, los elementos verticales son interrumpidos por el nivel siguiente, de donde se levantarán los nuevos elementos verticales y así sucesivamente. Esta forma de proceder permite una mejor planeación de actividades puesto que en una etapa temprana de la construcción, se cuenta con un espacio cubierto en el que se pueden iniciar los trabajos de instalaciones y acabados. Además se presta al empleo de paneles u otros elementos prefabricados.



a) Vivienda de postes hincados en el suelo

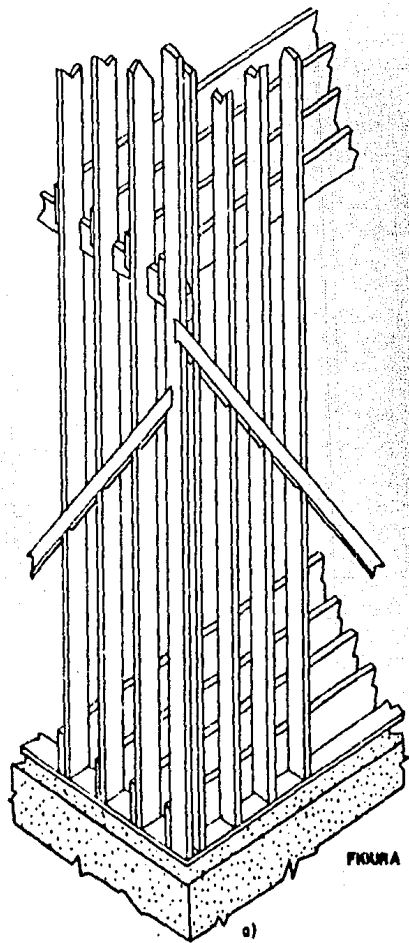


b) DETALLE DE ESTRUCTURA DE
TECHO PLANO



c) DETALLE TÍPICO DE EMPOTRAMIENTO
DE UN POSTE

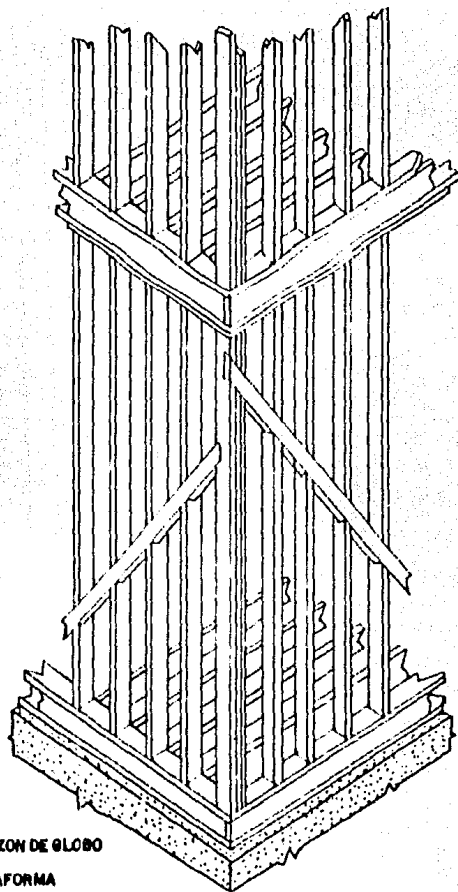
FIGURA VI-3.7 DETALLES DE ESTRUCTURAS DE POSTES HINCADOS EN EL SUELO



a)

FIGURA VI.3.8 a) SISTEMA ARMAZON DE GLOBO

b) SISTEMA PLATAFORMA



b)

- Estructuras en "A" (Fig. VI.3.9). Las estructuras en "A" se han utilizado con éxito en viviendas vacacionales. Sin embargo debe advertirse que su forma, ventajosa desde el punto de vista de estabilidad que proporciona, impide un aprovechamiento eficiente del espacio.

- Estructuras mixtas.- Los sistemas mixtos de mampostería para los muros y madera para los pisos y techos son tradicionales en México. La bóveda catalana es un ejemplo típico.

Estos sistemas tradicionales pueden mejorarse diseñando los elementos de madera con bases ingenieriles. - Una alternativa de interés podría consistir en una combinación de muros de mampostería, pisos de viguetas de madera y techos de armaduras ligeras.

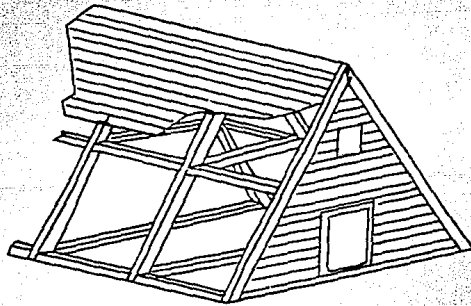


Fig. VI.3.9 Vivienda con estructura en "A".

Los sistemas de piso de madera se pueden clasificar en dos grupos:

- Los formados por viguetas a separaciones pequeñas sobre las que se apoya una cubierta de duelas o triplay (fig. VI. 3.10).

- Los formados por vigas robustas a separaciones relativamente grandes, que soportan tablones (fig. VI.3.11).

Además de soportar su propio peso y el de los materiales de techado y del cielo raso así como las cargas vivas y accidentales que pudieran presentarse, el sistema de techo de una vivienda debe proteger los espacios interiores contra la intemperie, en primer lugar garantizando un desagüe adecuado. A veces deberá preverse también el peso de instalaciones diversas e incluso el de un tanque de agua. Otro aspecto a considerar es el aislamiento térmico.

La elección del tipo y forma del sistema de techo es de mucha importancia, influyen en ella:

- La forma de la planta del edificio y la distribución de los espacios interiores.

- El tipo de los materiales de la techumbre y del cielo raso

- Las condiciones climatológicas y el efecto visual deseado.

Los techos pueden ser planos, de un agua o de dos aguas. Por lo general, el sistema de techos más usado-

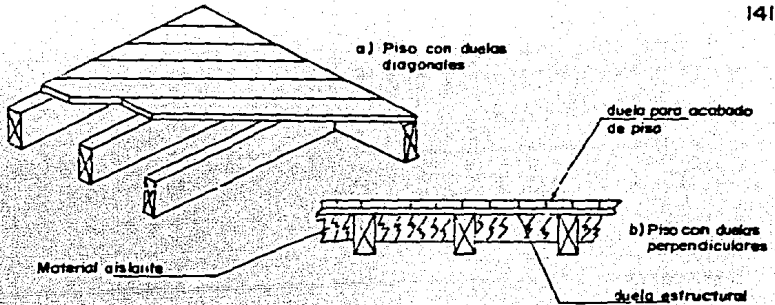
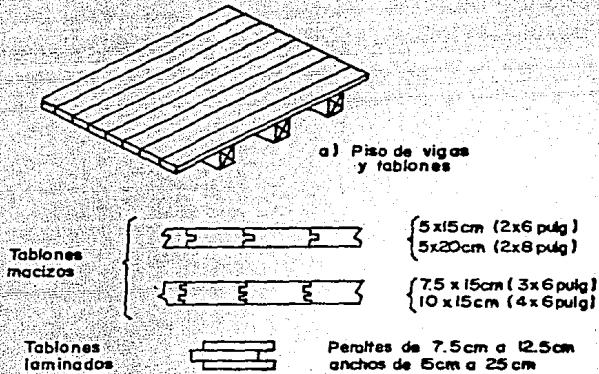
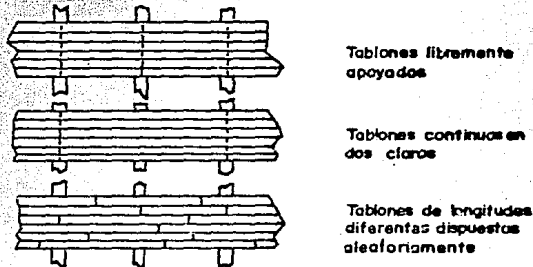


FIGURA VI-3.10 PISOS DE VIGUETAS Y DUELAS



b) Tipos de tablones



c) Arreglos usuales

FIGURA VI-3.11 PISO DE VIGAS Y TABLONES

en viviendas es el de armaduras ligeras.

Al igual que en los techos en el diseño de los sistemas de muro, además de las consideraciones estructurales (deben soportar cargas verticales y horizontales), intervienen otros aspectos:

- Deben ser duraderos y estéticamente aceptables.
- Contribuir a mantener un ambiente grato con un mínimo de consumo de energía.
- Evitar la entrada de agua de lluvia.
- Disponer de una razonable resistencia a los incendios.
- Contar con suficiente aislamiento acústico.
- Espacio para instalaciones diversas.

En cuanto a su localización, se clasifican -- en:

- Muros exteriores.
- Muros interiores.

Los muros suelen estar formados por piezas verticales con dimensiones nominales de 5 x 10 cm o, menos frecuente, de 5 x 15 cm, espaciados a 40 o 60 cm con una cubierta de triplay o duela (fig. VI.3.12).

Cuando la vivienda está expuesta a fuerzas -- horizontales de importancia es necesario que los muros es-- tén adecuadamente anclados a la cimentación.

Para los acabados exteriores existen muchas -- opciones que van desde combinaciones de duelas o triplay -- hasta aplanados de diversos tipos y revestimientos a base -- de piezas pequeñas de materiales plásticos, asfálticos o de asbesto cemento, con formas variables (fig. VI.3.13).

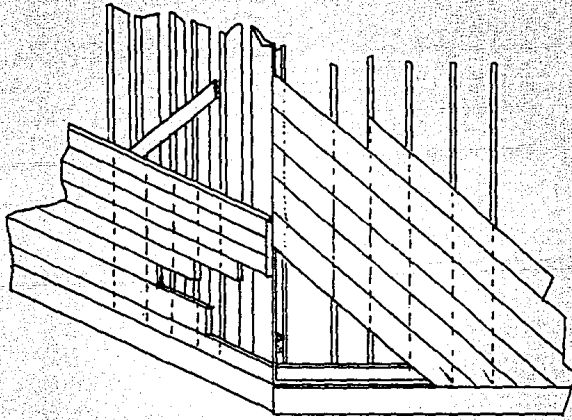
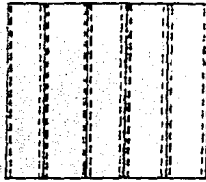
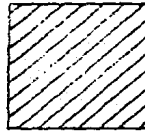


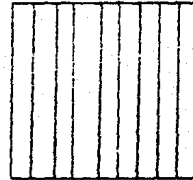
FIGURA VI.3.12. Muros de duela



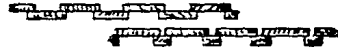
a) Triplay con listones coincidentes con las piezas verticales del muro



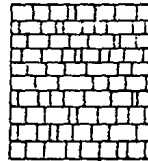
b) Duelas diagonales



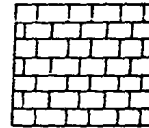
c) Duelas verticales



d) Duelas horizontales

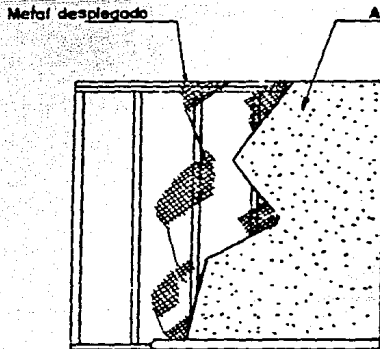


e) Tejamanil

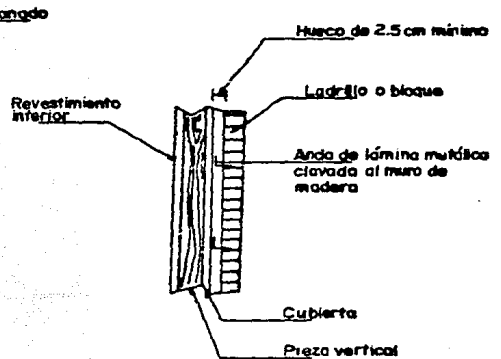


f) Piezas pequeñas de materiales plásticos o asfálticos

TIPOS DE REVESTIMIENTOS EXTERIORES



REVESTIMIENTO CON APLONADO



REVESTIMIENTO DE LADRILLO

FIGURA VI- 3 . 13 ACABADOS DE MUROS

VI.4 Métodos de producción.

La producción de viviendas de madera puede -- realizarse por distintos procedimientos, como son:

- La autoconstrucción.
- La construcción convencional.
- La construcción artesanal (vivienda de lujo).
- Sistemas de prefabricación.

La autoconstrucción puede adoptar diversas modalidades que van desde la totalmente espontánea hasta la dirigida, que recibe algún tipo de apoyo. El apoyo puede consistir en financiamiento, asistencia técnica o el suministro de materiales y de componentes prefabricados.

Las características particulares de la madera la hacen especialmente apropiada para sistemas de autoconstrucción. Gracias a la ligereza de las piezas y componentes de madera no se necesita equipo pesado. La elaboración de elementos estructurales es sencilla y puede llevarse a cabo con herramientas económicas y fáciles de operar. La vivienda terminada puede fácilmente adaptarse o ampliarse a medida que lo exijan las necesidades del usuario y sus recursos lo permitan.

La construcción convencional es la realizada en gran escala por contratistas tanto para programas habitacionales oficiales como para la venta directa a particulares. El procedimiento de construcción empleado puede variar desde métodos artesanales con una alta proporción de mano de obra, hasta métodos industrializados a base de alguna modalidad de prefabricación.

Una forma de propiciar el prestigio de la construcción con madera es la promoción de viviendas de tipo residencial o vacacional (artesanal). Las características principales de esta vivienda son que cada proyecto es individual y que su construcción es esencialmente de tipo artesanal.

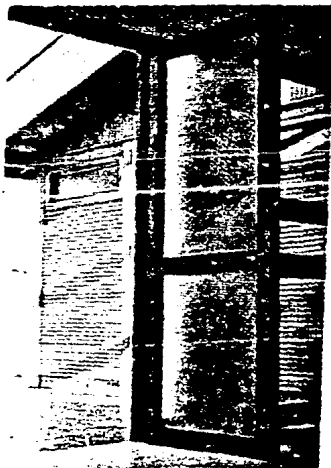
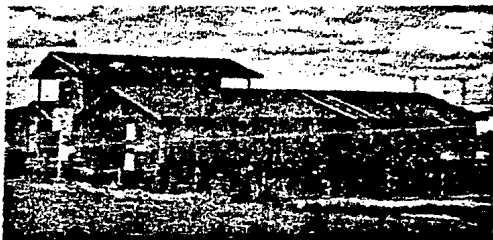
Los sistemas de prefabricación se distinguen en dos modalidades: sistemas cerrados y sistemas abiertos.

En los sistemas cerrados se producen viviendas completas.

Por su flexibilidad y porque pueden implementarse con un nivel bajo de industrialización, los sistemas abiertos parecen los más apropiados para países en vías de desarrollo. En estos sistemas los productores fabrican componentes modulados que pueden combinarse de diversas maneras. El usuario puede escoger componentes de productores diferentes y combinarlos en la forma que le resulte más apropiada, incluso dentro de una construcción en que una parte sea de tipo convencional. Así puede adquirir paneles para los muros de un productor, las ventanas de otro, y las armaduras para techo de un tercero, para incorporar estos elementos a la vivienda que pretende construir.

Para facilitar el empleo de sistemas abiertos de prefabricación puede ser útil la adopción de algún sistema de coordinación modular de tal manera que los componentes de los distintos productores sean intercambiables. Para lograr esto, las medidas de los componentes y las dimensiones generales de la vivienda se escogen de manera que sean múltiplos de un módulo básico.

GRUPO GUADIANA

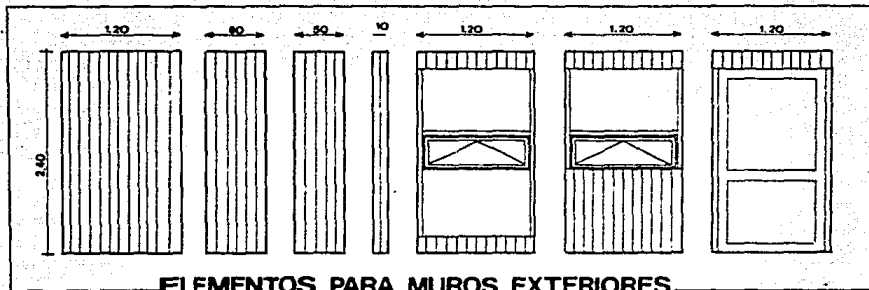
**SISTEMA MODULAR
PREFABRICADO DE MADERA**

La combinación de funcionalismo, calidad, belleza, precisión y rapidez de construcción, cualidades que se buscan en todas las formas de construir, están ahora reunidas en el "Sistema Modular prefabricado de Madera" de Grupo Guadiana.

Un sistema innovador, diseñado para ser usado en todos tipos de construcción: Residencial, Comercial o Industrial y capaz de cubrir las necesidades más exigentes.

Este sistema prefabricado se obtiene con el mejor equipo y la más alta tecnología actual, usando los métodos más estrictos de control de calidad, según las normas internacionales de construcción con sistemas prefabricados de madera.

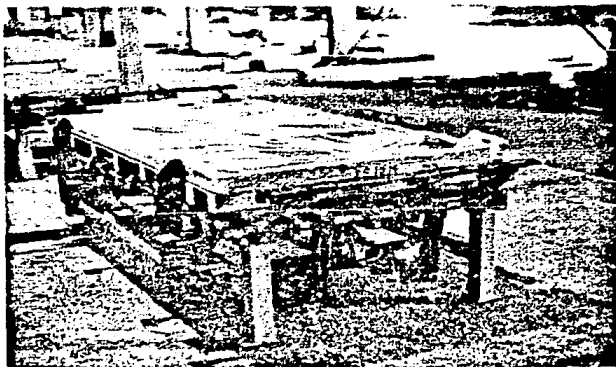
COMPONENTES



ELEMENTOS PARA MUROS EXTERIORES



ELEMENTOS PARA MUROS INTERIORES



GRUPO GUADIANA

EESPECIFICACIONES GENERALES

MUROS

Elementos para muros exteriores contruistruidos con estructura de madera tratada con sales CCA, con cubierta exterior de quela de madera tratada con OURA-TREET y cubierta interior del tablero estructural de cemento de 12 mm

Elementos para muros interiores contruistruidos con estructura de madera tratada con sales CCA, con cubierta en las dos caras de tablero estructural de cemento de 12 mm

Aislamiento en el interior de elementos con lana mineral

TECHOS

Armaduras de madera tratada con sales CCA, uniones con placas multiclavo, conectores con muro de angulo metalico atornillados, contravientos de madera tratada con sales CCA, plafond y cubierta de techo de tablero estructural de cemento e impermeabilizacion de techo con asfalto reforzado con membrana de fibra de vidrio y acabado con gravilla de color.

Aislamiento sobre plafond con lana mineral

CIMIENTO

Contratace perimetral de concreto reforzado y losa corrida de concreto reforzado con mallla electrosoldada

Las anclas para muros y ductos de instalaciones oor-piso se haran anclados en la cimentacion

Piso de cemento pulido con opcion a recibir acabados

INSTALACIONES

Inteoradas a los elementos prefabricados en su mayoria, para ser terminadas en obra

ACABADOS

Pisos: Madera, mosaico, azulejo, vinilico, alfombra, etc.

Muros y Plafond: Pintura, tapices, etc.

Puertas: Madera, metal, etc.

Ventanas: Madera, metal o aluminio.

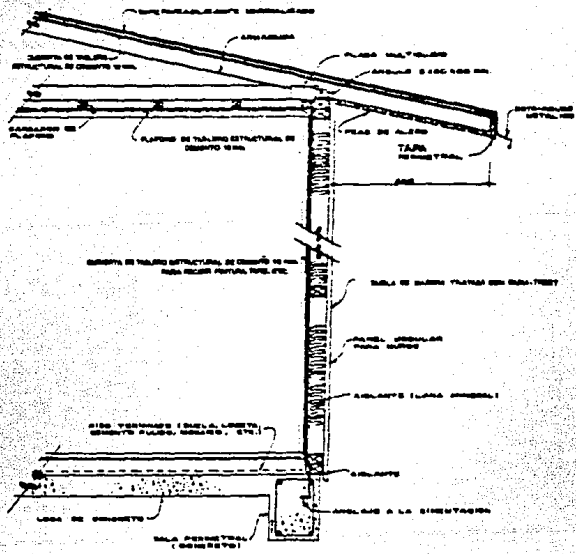
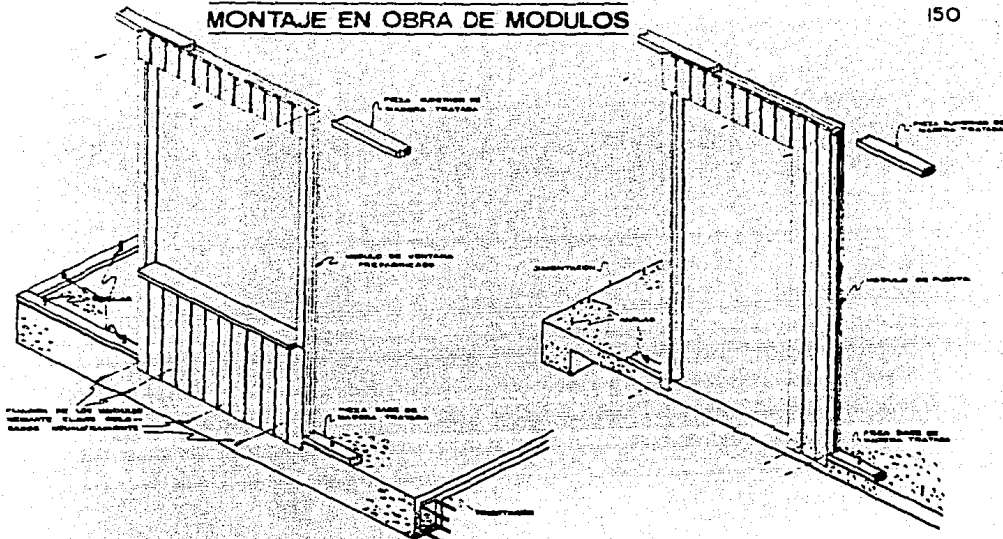
Muebles: Standard o especiales

CARACTERISTICAS TECNICAS

ELEMENTOS PARA MUROS EXTERIORES (120 x 240)	
PESO APROXIMADO	134 KG
CARGA ULTIMA EN COMPRESION	8790 KG
CARGA ULTIMA TRANSVERSAL A LA SUPERFICIE	2559 KG
CARGA ULTIMA LATERAL PERPENDICULAR A LOS CANTOS	1488 KG
RESISTENCIA AL FUEGO	F60-B NORMAS DIN

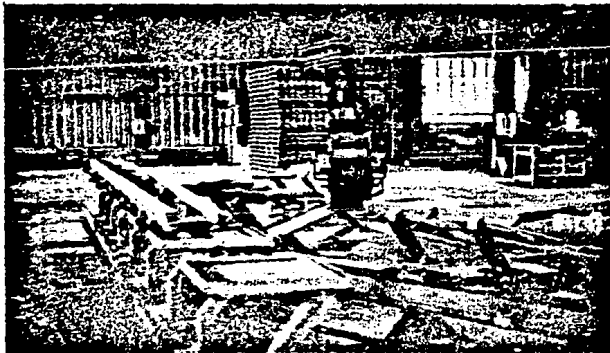
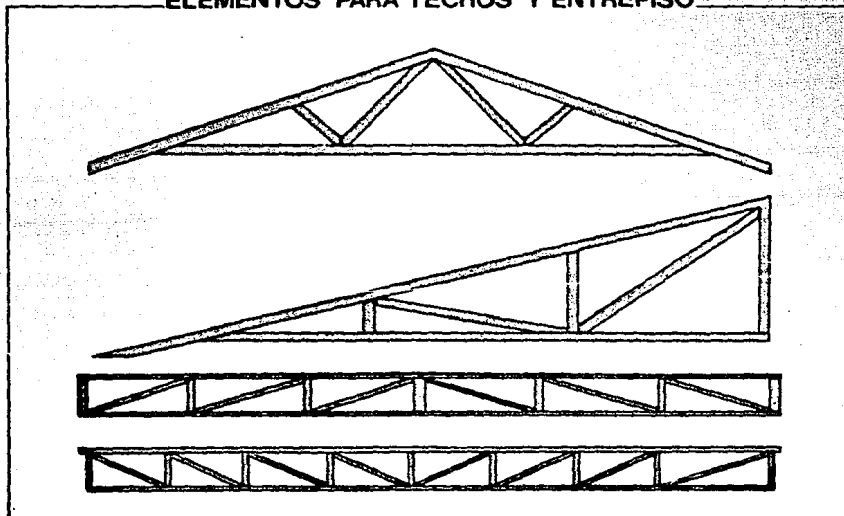
ELEMENTOS PARA MUROS INTERIORES (120 x 240)	
PESO APROXIMADO	57 KG
CARGA ULTIMA EN COMPRESION	10843 KG
CARGA ULTIMA LATERAL PERPENDICULAR A LOS CANTOS	2408 KG
RESISTENCIA AL FUEGO	F60-B NORMAS DIN

MONTAJE EN OBRA DE MODULOS



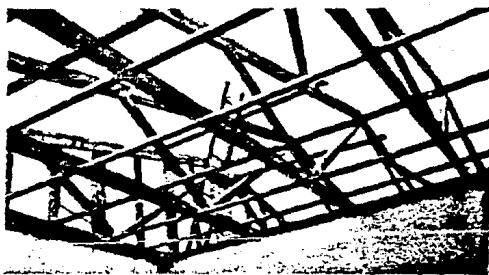
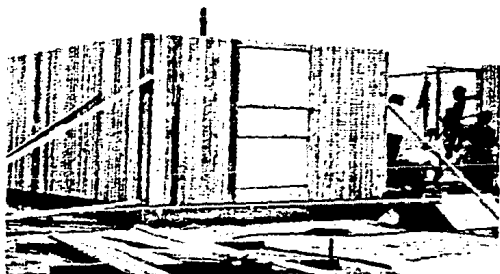
SECCION TIPO

GRUPO GUADIANA

ELEMENTOS PARA TECHOS Y ENTREPISO

VENTAJAS DEL SISTEMA MODULAR PREFABRICADO DE MADERA

- REDUCCION DE 80% EN TIEMPO DE CONSTRUCCION
- REDUCCION DE 80% EN MANO DE OBRA
- REDUCCION EN COSTO DE INSTALACIONES
- REDUCCION EN COSTO DE ACABADOS
- REDUCCION EN COSTO DE CONSTRUCCION
- REDUCCION EN COSTO DE FINANCIAMIENTO
- REDUCCION EN ENERGIA
- CUALIDADES TERMICAS Y ACUSTICAS



GRUPO GUADIANA

SISTEMA PREFABRICADO DE TABLERO ESTRUCTURAL DE CEMENTO

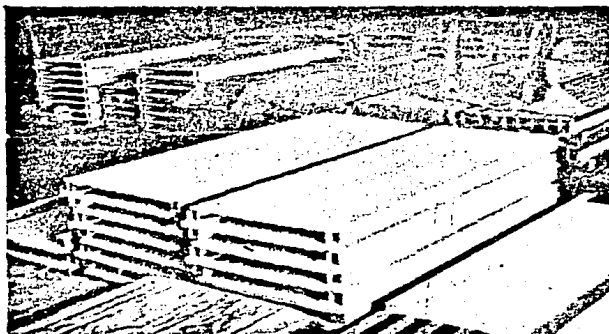
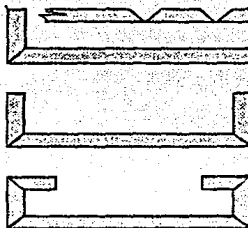
El Tablero Estructural de Cemento, la línea de doblado (Folding System) y el mejor control de calidad y facilidad de manejo, dan como resultado un sistema prefabricado único de construcción que no sólo es de bajo costo, a prueba de climas y fuego, sino también minimiza mano de obra y operaciones en el lugar de la construcción.

El sistema prefabricado de tablero estructural de cemento puede usarse en construcciones residencial, comercial e industrial.

Los elementos están basados en módulos de 900, 600, 300 y 100 mm. con espesor de 100 mm., modulación flexible y versátil para satisfacer los requerimientos de diseño.

El tablero estructural de cemento, por medio de un proceso de doblado (Folding System), se convierte en un perfil estructural, este proceso de doblado es continuo y automático, en el que al tablero después de cortado a medida, se le efectúan varias ranuras en forma de "U" en las que se aplica una resina de alta resistencia para finalmente ser doblado y obtener los elementos estructurales en forma de "L", "C" ó "G".

Los elementos estructurales se complementan con una cubierta atornillada de tablero estructural de cemento para formar los módulos para muros o techos.



TABLERO ESTRUCTURAL DE CEMENTO

Las propiedades del tablero están determinadas por sus insumos básicos: El cemento y las partículas mineralizadas de madera. Del primero, utilizado en una proporción del 72% del peso, adquiere su resistencia al clima, fuego, hongos, polilla y termitas. Del segundo, asimila su elasticidad, bajo peso y su facilidad para trabajarlo.

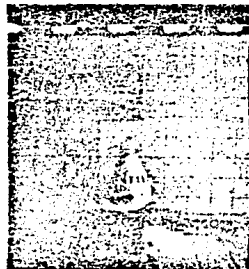
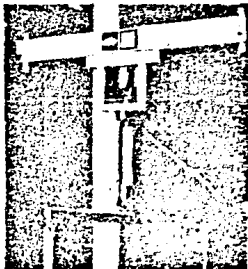
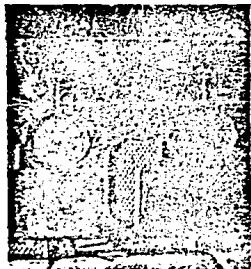
Pruebas de laboratorio han demostrado que tiene características que lo hacen superior a otros comúnmente usados en la construcción.

CARACTERISTICAS

DENSIDAD	1200 — 1300 Kg/M3
Contenido de humedad de los tableros para diferentes humedades del aire	Humedad Relativa del aire 35% 6 — 9% 65% 9 — 12% 90% 20% Aproximadamente
Resistencia al agua (Hinchamiento)	2% después de 24 Hrs. en el agua
Variación de largo y ancho por influencia de humedad	Aproximadamente 0.03% por 1% de variación de humedad de los tableros
Coefficiente de expansión térmica	0.01 mm/m /oC
Conductividad de calor	0.16 Kcal/mhoC

ESFUERZOS

Esfuerzo de compresión	Mayor de 150 kg/cm2
Esfuerzo de tensión	Mayor de 40 kg/cm2
Módulo de elasticidad en flexión	Mayor de 30.000 kg/cm2
Esfuerzo flexionante	Mayor de 90 kg/cm2
Esfuerzo de tensión en flexión	Mayor de 40 kg/cm2



GRUPO GUADIANA

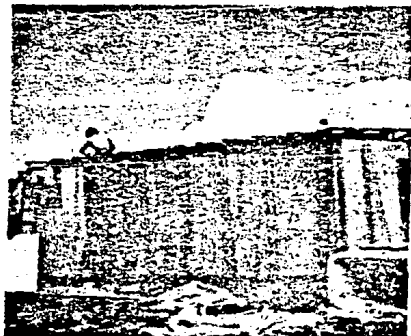
LOS ELEMENTOS

En el sistema de Tablero Estructural de Cemento, los elementos en forma de "L", "C" o "G" son por sí mismos elementos estructurales que no requieren de ningún otro elemento de refuerzo, además este sistema permite recubrir la otra cara con cualquier otro tablero lográndose así módulos que son la base de este sistema prefabricado.

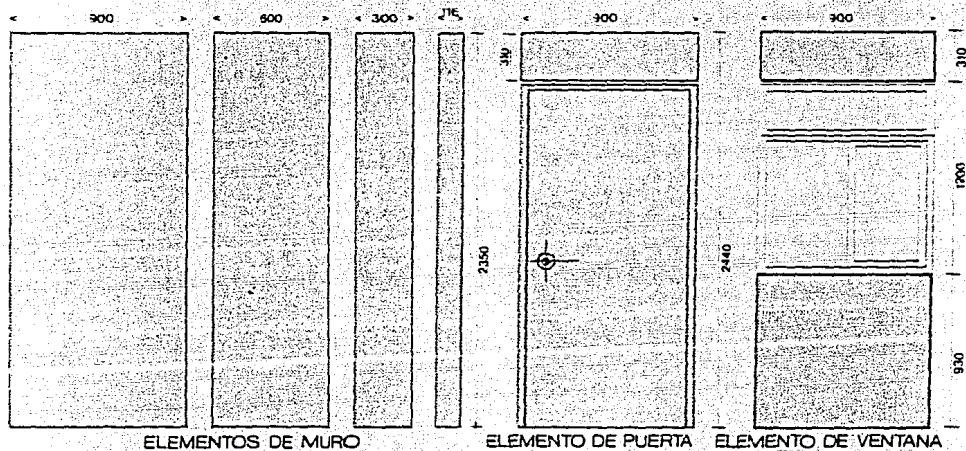
Estos elementos prefabricados son unidos entre sí en el lugar de la obra para formar por ejemplo muros o techos utilizando tornillos y tuercas en las perforaciones hechas en fábrica durante el proceso de doblado.

CARACTERISTICAS

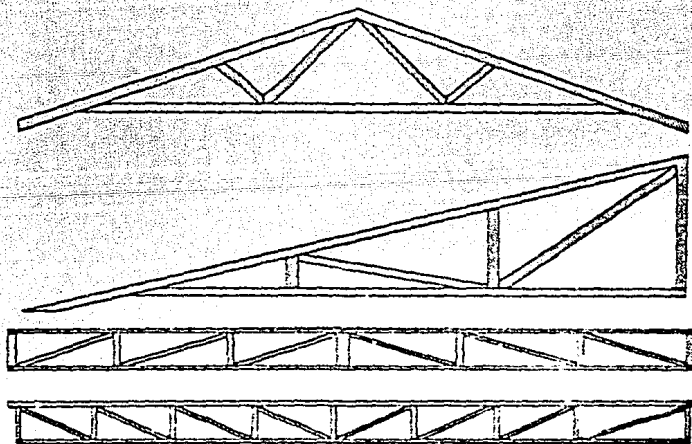
Esfuerzo de compresion en Flexion	Mayor de 150 kg/cm ²
Esfuerzo cortante en las juntas rectas encoladas de los paneles	Mayor de 40 kg/cm ²
Esfuerzo cortante del material en la sección de paneles.	Mayor de 20 kg/cm ²
Tolerancias de los elementos de las medidas nominales	- 0.35% — 0.15%
Comportamiento al fuego	Material incombustible Material de construcción clase B1 según norma DIN 4102
Reduccion de sonido	Esoesor del tablero 12 mm — 33 db 18 mm — 35 db



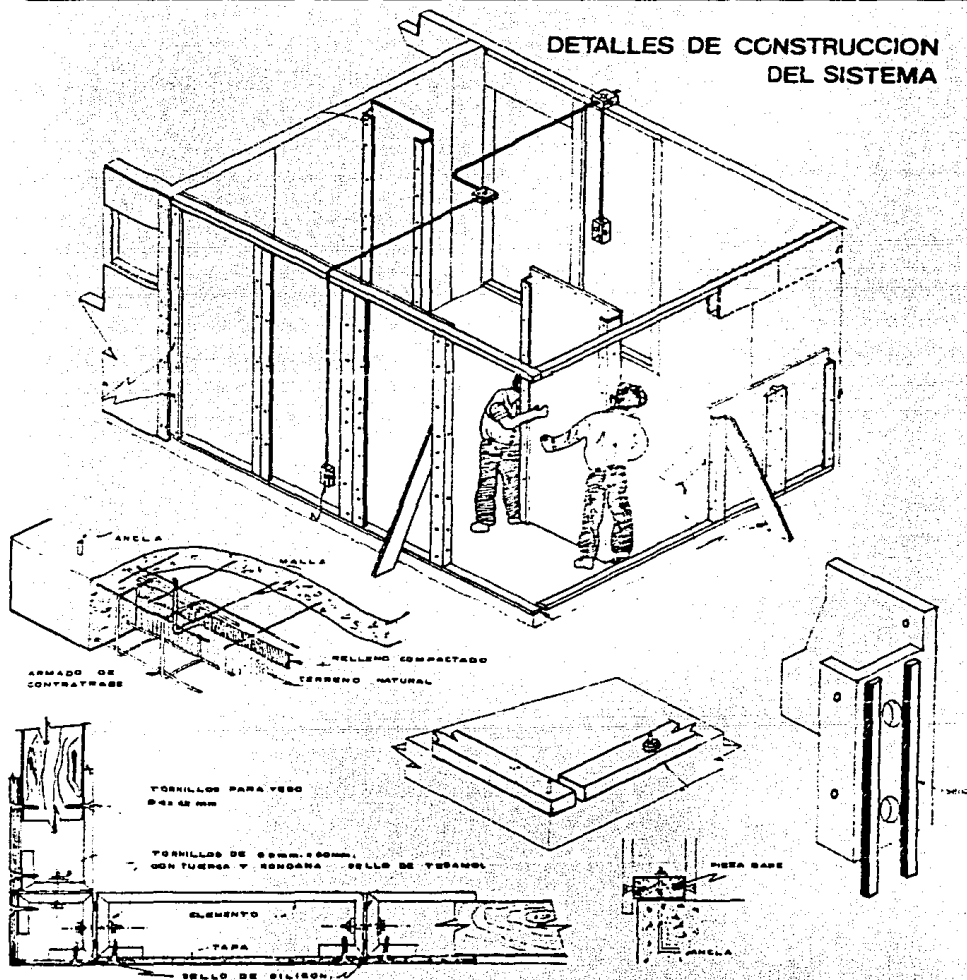
ELEMENTOS PREFABRICADOS DE TABLERO ESTRUCTURAL DE CEMENTO



ELEMENTOS PARA TECHOS Y ENTREPISO



GRUPO GUADIANA

DETALLES DE CONSTRUCCION
DEL SISTEMA

EL SISTEMA PREFABRICADO

El Sistema de prefabricado de Tablero Estructural de Cemento, es un sistema de construcción modular cuya base son los elementos prefabricados de Tablero Estructural de Cemento y el propio tejero.

El montaje de los elementos prefabricados para una casa de 55 M²., se realiza en 5 días hábiles con turnos de 8 horas, por 6 trabajadores, y su secuencia es la siguiente:

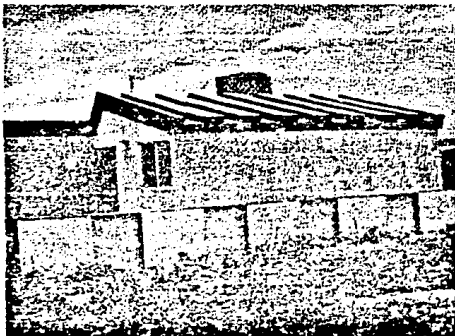
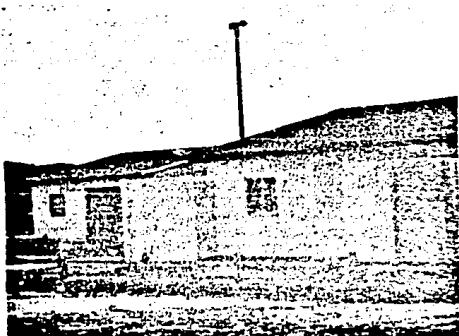
Sobre la cimentación ya terminada se desplantan las piezas base, de madera de pino tratadas con sales hidrosolubles C.C.A., y se fijan por medio de pernos roscados previamente ahogados en el concreto de la cimentación, o por medio de tornillos expansores.

Sobre esta base los elementos prefabricados son montados y unidos con tornillos y tuercas a través de perforaciones hechas en fábrica en el elemento.

Luego se colocan las piezas superiores de madera de pino tratadas con sales de C.C.A., y se fijan al elemento. En seguida se realizan las instalaciones eléctricas e hidráulicas dentro del elemento, y se cierra éste con una tapa de tablero estructural de cemento por medio de tornillos. Luego se montan las estructuras de techo y se fijan con conectores metálicos a las piezas superiores de madera para en seguida recubrir el techo y el plafón con tableros estructurales de cemento dimensionados y fijados ambos, con tornillo, a las estructuras de madera.

VENTAJAS

- REDUCCION DE 80% EN TIEMPO DE CONSTRUCCION
- REDUCCION DE 80% EN MANO DE OBRA
- REDUCCION EN COSTO DE INSTALACIONES
- REDUCCION EN COSTO DE ACABADOS
- REDUCCION EN COSTO DE CONSTRUCCION
- REDUCCION EN COSTO DE FINANCIAMIENTO
- REDUCCION EN ENERGIA
- CUALIDADES TERMICAS Y ACUSTICAS



VI. 5 Perspectivas de la vivienda de madera en México.

Desde la época prehispánica e incluso en el siglo pasado, la madera desempeñó un papel de alguna importancia en la construcción de viviendas. Sin embargo, desde la intruducción del concreto, el acero, láminas de asbesto-cemento y otros materiales, la tradición de la construcción con madera se ha ido perdiendo de tal manera que hoy son -- escasos los artesanos, técnicos y profesionistas preparados para obtener el máximo provecho de este material en la producción de viviendas.

Para fomentar la construcción de viviendas de madera en la actualidad, deben ser superados los diversos factores que se mencionan al inicio de este capítulo. Además, se deben tener en consideración los siguientes puntos:

- Los sistemas que se adopten deben responder a nuestras necesidades y recursos.

- Buscar estilos originales y propios que estén correlacionados con las condiciones climatológicas de las diferentes regiones.

- Tomar en cuenta los requisitos del usuario y de la sociedad.

Esto es de suma importancia, ya que sistemas que han operado adecuadamente en países industrializados -- suelen fracasar al ser exportados a países en vías de desarrollo por no tomar en cuenta los aspectos culturales de la vivienda ni los recursos humanos y materiales disponibles.

Algunos aspectos particulares que deben considerarse y, que a la vez, son derivados de los factores antes mencionados, son los siguientes:

- Procedimientos de construcción.- Los sistemas estructurales que se desarrollen deben ser tales que su construcción pueda descomponerse en una serie de tareas sencillas que puedan ser realizadas por personal poco capacitado.

- Industrialización, prefabricación y coordinación modular.- La industrialización a una escala moderada puede contribuir eficazmente a resolver los problemas de la vivienda. Es aconsejable el sistema de prefabricación -abierto, en coordinación con un sistema modular.

- Reglamentos.- Es necesario contar con normas y reglamentos. Normas en las que se indique que comportamiento deben exhibir los elementos estructurales y las viviendas en su conjunto. Deben abarcar no solamente los requisitos estructurales sino también aspectos tales como el aislamiento térmico y acústico, resistencia a organismos destructores y a la humedad. Un aspecto de especial atención es la de seguridad contra incendios.

- Seguridad contra incendios.- La desconfianza de las instituciones públicas y de los usuarios particulares respecto a la seguridad que ofrecen las viviendas de madera ante el riesgo de incendios es uno de los factores que más ha contribuido al escaso éxito de esta alternativa para la solución de los problemas habitacionales. Hace falta llevar a cabo una campaña de educación, que sin menospreciar los peligros del fuego para la madera, los ponga en una perspectiva realista en relación con los correspondientes a otros materiales.

- Materiales. - La gama de materiales disponibles en México para la construcción de viviendas de madera es todavía bastante reducida. Se nota la escasez de piezas de madera de dimensiones estándar, debidamente secadas, acabadas y tratadas.

Los clavos, que son los elementos de unión más utilizados en la construcción de viviendas, deben ser mejorados. Los clavos más comunes fabricados en el país son los clavos "estándar" de caña lisa. Sería deseable contar con clavos de tratamiento en la superficie que mejoren la resistencia a la extracción y clavos especiales para maderas duras.

La construcción de viviendas a base de elementos de madera, depende de su amplia difusión. Esta, puede estar a cargo de Instituciones o Empresas Públicas.

En México, a partir del mes de mayo de 1973, se iniciaron las labores de una Asociación Civil que lleva por nombre - - - - "CONSEJO NACIONAL DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCION", ASOCIACION CIVIL (COMACO). Cuyo principal objetivo es, promover y auspiciar el estudio, la investigación y la difusión de los usos y aplicaciones de la madera en la construcción en general y de la vivienda en particular; actuar como órgano coordinador y gestor, ante autoridades, dependencias estatales e instituciones privadas, para fomentar el empleo de dicho material y coadyuvar a resolver los problemas que impidan o limiten su aplicación.

De COMACO, se obtuvo la siguiente información. Se cuenta con una infraestructura de apoyo de:

- 1,263 Aserraderos
- 20 Plantas de impregnación
- 32 Plantas de tableros contrachapados (triplay)
- 13 Plantas de tableros aglomerados

- 5 Plantas de tableros de fibra
- 8 Fábricas de estructura de madera
- 3 Fabricantes de casas.

Con una producción mensual de los siguientes elementos (TABLA VI. 5.1).

De este análisis se desprende que en México existe una capacidad instalada de fabricar 23,200 casas anuales, de las cuales se estima que solo se produjeron 760 en 1986. (Tomando como vivienda base una de 55 m²) que equivale tan sólo al 3.3% de la capacidad total; es decir, queda una capacidad disponible de 96.7%.

Es difícil comparar estos datos con los de años anteriores, ya que no existen estadísticas. Pero se asegura en forma verbal, que la construcción de viviendas de madera se ha incrementado en pequeños porcentajes en los últimos años.

TABLA VI.5.1 PRODUCCION MENSUAL DE ELEMENTOS DE MADERA

TECHOS O ENTREPISOS (1'850,422 m²).

	PISOS O ENTREPISOS (m ²)	TECHOS (m ²)
Componentes	315,217	275,482
Revestimientos	473,640	470,040
Madera aserrada con posibilidad de ser utilizada en componentes.	<u>139,893</u>	<u>176,150</u>
	928,750	921,672

MURÓS EXTERIORES E INTERIORES (2'103,632 m²).

	MURÓS EXTERIORES (m ²)	MURÓS INTERIORES (m ²)
Bastidores	99,712	10,920
Revestimientos	544,784	1'006,784
Madera aserrada con posibilidad de ser utilizada en bastidores.	<u>220,716</u>	<u>220,716</u>
	865,212	1'238,420

PUERTAS

135,480 pzas.

VENTANAS

600 pzas.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

La madera es notable por su belleza, adaptabilidad, resistencia, durabilidad y la facilidad con que puede trabajarse. Posee una alta relación de resistencia a peso, tiene flexibilidad, se comporta muy bien a temperaturas bajas, resiste sobrecargas considerables durante tiempos cortos. Tiene baja conductancia eléctrica y térmica, resiste la acción deteriorante de muchos productos químicos que son muy corrosivos a otros materiales de construcción. Se le puede aplicar una gran variedad de acabados con propósitos decorativos o de protección. La madera puede usarse tanto húmeda como seca. Pocos materiales cuestan menos por kilogramo que la madera. Además hay una gran variedad de sistemas de estructuras de madera. El uso al que se destinará la estructura, la localización geográfica, la configuración requerida, el costo y muchos otros factores, determinan el sistema de estructura que debe usarse para cada proyecto en particular.

La madera, es entre los materiales estructurales básicos importantes EL MAS Y EL MENOS CONOCIDO. Casi todos sabemos lo que es la madera, y sin embargo, relativamente pocas personas tienen el conocimiento real de su estructura, sus propiedades y sus muchos usos potenciales.

Para lograr una real explotación y uso de la madera, se necesita personal con preparación adecuada en todos los niveles, profesionistas, técnicos y obreros. Debe el sistema educativo superar esta problemática.

Los bosques constituyen una unidad compleja biofísica en que el suelo, el agua, la flora y la fauna guardan un balance biológico; destruir uno de estos elementos es destruir toda la uni-

dad. Por ello, cuando se destruye (explota) un bosque, no basta con reforestarlo con determinada especie. Una simple especie de árboles no puede permitir la reconstrucción de la unidad completa biofísica que es el bosque.

Las medidas que se dicten o apliquen podrán tener los resultados máximos que de la misma pudieran esperarse si se formulan dentro de un plan o esquema general en el que estén comprendidos todos los recursos naturales, considerando su presente a la luz de su pasado y usando los datos así obtenidos para asegurar su futuro.

Los descubrimientos y perfeccionamientos de construcción con madera avanzan en consonancia con la evolución económica y técnica de nuestro tiempo, a pesar de que con frecuencia y precipitadamente se haya considerado muerta. La construcción con madera tiene porvenir seguro, pero no hay que contrariar la historia sino hay que proseguir razonablemente su desarrollo a base de lo conseguido hasta ahora.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- ESTRUCTURAS DE MADERA
Francisco Robles F.
Editorial Limusa
- 2.- CONSTRUCCIONES CON MADERA
Kurt Hoffman y Helga Griesse
Editorial Blume
- 3.- DISEÑO SIMPLIFICADO DE ESTRUCTURAS DE MADERA
Harry Parker
Editorial Limusa - Wiley, S. A.
- 4.- MANUAL DE INGENIERO CIVIL. Tomo I y II
Frederick S. Merrit
Editorial MacGraw-Hill
- 5.- DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE MADERA, No. 404
Instituto de Ingeniería, U. N. A. M.
- 6.- NOTAS TECNICAS "PRESERVACION DE LA MADERA"
Grupo Guadiana, S. A. de C. V.
- 7.- MEMORIA ECONOMICA 1985 - 1986
*Cámara Nacional de las Industrias Derivadas de la
Silvicultura.*
- 8.- CONACO, BOLETIN 36
Consejo Nacional de la Madera en la Construcción, A.C.