

arquitectura

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE ARQUITECTURA



GUÍA DE TIPOLOGÍA DE MADERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA EN GUATEMALA

Tesis presentada a la Junta Directiva
De la Facultad de Arquitectura
Por **Ángel Alberto Díaz Andrade**
Al conferírsele el Título de Arquitecto
Guatemala, enero de 2012



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

GUÍA DE TIPOLOGÍA DE MADERA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA EN GUATEMALA.

Tesis presentada a la Junta Directiva de la
Facultad de Arquitectura por:
Ángel Alberto Díaz Andrade
al conferírsele el título de Arquitecto

Guatemala, enero de 2012.



JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

DECANO	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
VOCAL I	Arq. Sergio Mohamed Estrada Ruiz
VOCAL II	Arq. Efraín de Jesús Amaya Caravantes
VOCAL III	Arq. Marco Vinicio Barrios Contreras
VOCAL IV	Br. Jairon Daniel del Cid Rendón
SECRETARIO	Arq. Alejandro Muñoz Calderón

TERNA EXAMINADORA

DECANO	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
SECRETARIO	Arq. Alejandro Muñoz Calderón
EXAMINADOR	Arq. Martín Enrique Paniagua García
EXAMINADOR	Arq. Luis Fernando Salazar
EXAMINADOR	Msc. Arq. Víctor Hugo Jaúregui García

ASESOR

Arq. Martín Enrique Paniagua García



DEDICATORIA

- A Dios: Por ser la base y fortaleza de todo lo que emprendo, pero sobre todo por darme otra oportunidad de vida y permitirme alcanzar esta meta.
- A mis padres: Miguel y Lidia por todo el esfuerzo, apoyo y educación que ha sido fundamental en mi vida.
- A mis hermanos: Vera y Víctor, por estar siempre conmigo, en las buenas y en las malas.
- A mi cuñado y sobrinos: Fernando, Rodrigo y Ximena, por ser parte de mi familia
- A mi esposa: Fabiola, por su esfuerzo, apoyo, amor en todo momento.
- A mi hijo: Ángel Martín, por la felicidad que trae a nuestras vidas y porque me hace ser mejor persona.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad de San Carlos: Por encausarme en esta profesión que me ha brindado muchas satisfacciones.
- A la Facultad de Arquitectura: Por la buena enseñanza académica que me brindó a través de sus catedráticos.
- A mis Asesores: Arq. Martín Enrique Paniagua García
Arq. Luis Fernando Salazar
Arq. Víctor Hugo Jaúregui García
- Al CII (Centro de Investigaciones de Ingeniería): Ing. Fredy Contreras

Y a toda la gente que de alguna manera contribuyó con el desarrollo de este trabajo, gracias, y que Dios los bendiga.



"GUÍA DE TIPOLOGÍA DE MADERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA EN GUATEMALA"

ÍNDICE GENERAL

TEMA	No. de pág.
- Introducción	I
- Antecedentes	II
- Justificación	III
- Objetivos	III
- Planteamiento del Problema	IV
- Delimitación del tema	IV
- Metodología	V
- Instrumentos a utilizar durante el proceso investigativo	VI
 CAPÍTULO 1	 1
1.1 Definición de la Madera	2
1.2 Pares que conforman el tronco	3
1.2.1 Corteza	3
1.2.2 Liber	3
1.2.3 Cambium	3
1.2.4 Albura	3
1.2.5 Médula	4
1.2.6 Radios Medulares	4
1.3 Características de la Madera	4
1.3.1 Características Químicas	4
1.3.2 Características Mecánicas	4
1.4 Grano	4
1.5 Fibra	5
1.6 Nudo	5
1.7 Peso	6
1.7.1 Peso específico	6
1.8 Contenido de Humedad	7
1.8.1 Movimientos debidos a la humedad	7
1.9 Propiedades de la Madera	7
1.9.1 Durabilidad	8
1.9.2 Comportamiento ante el fuego	8
1.9.3 Resistencia Química	9
1.9.4 Propiedades de conductibilidad	9
1.9.5 Propiedades Térmicas	10
1.9.6 Propiedades Eléctricas	10
1.9.7 Propiedades Acústicas	10



1.9.7.1	Aislamiento al sonido	10
1.9.7.2	Absorción al sonido	10
1.9.8	Flexión	11
1.9.9	Densidad	11
1.9.10	Resistencia al corte	12
1.10	Tipos de Madera	12
1.10.1	Latifoliadas (caduca) y Coníferas (conífera)	12
1.11	Clasificación de la madera de acuerdo al proceso de transformación	12
1.11.1	Madera Rolliza	13
1.11.2	Madera Labrada	13
1.11.3	Madera Aserrada	13
1.12	Formas y medidas comerciales de la Madera	14
1.12.1	Formas Comerciales	14
1.12.2	Medidas Comerciales	14, 15
1.13	Descripción de los productos derivados de la Madera	16
1.14	Ventajas de construir con Madera	18
1.15	Desventajas de construir con Madera	19
1.16	Problemas del constructor	20
1.17	La Madera como solución	20
1.18	Agentes que pueden deteriorar la Madera	21
1.18.1	Carcoma	21
1.18.2	Hongos	22
1.18.3	Mohos	23
1.18.4	Hongos Cromógenos	23
1.18.5	Hongos Xilófagos	23
1.18.5.1	Pudrición Suave	23
1.18.5.2	Pudrición Blanca	23
1.18.5.3	Pudrición Parada	24
1.18.5.4	Putrefacciones	24
1.19	Secado	24
1.20	Métodos de Secado	25
1.20.1	Secado Natural	25
1.20.2	Secado Artificial o al Horno	27
1.21	Preservantes de la Madera	27
1.21.1	Antecedentes	27
1.21.2	Preservantes para Maderas	28
1.21.2.1	Preservantes Naturales	28
1.21.2.2	Preservantes oleosolubles	29
1.21.2.3	Preservantes Hidrosolubles	29



1.22	Productos alternativos al CCA	30
1.23	Características de la Madera impregnada con CCA/ACQ/CBA/CPF/BS/LOSP	31
1.23.1	CCA,ACQ y CBA	31
1.23.2	CPF y BS (Boro y Silicio)	31
1.23.3	LOSP	32
1.24	Procesos de preservación	32
1.24.1	Métodos con presión	32
1.24.2	Métodos sin presión	33
1.24.3	Método sin presión Vacío - Vacío	34
1.24.4	Ventajas del sistema Vacío - Vacío respecto al sistema presión infraestructura	35
1.24.5	Tratamiento en el sistema Vacío - Vacío	35
1.25	Control de Calidad	35
1.26	Penetración y retención del preservante	36
1.27	Normas Internacionales	36
1.28	Tratamiento de residuos	37
1.29	Acabados de Protección	37
1.29.1	Barniz	37
1.29.1.1	Base Acuosa	38
1.29.1.2	Base Oleaginosa	38
1.29.1.3	Base Piroxilina	38
1.29.1.4	Base Polimérica	39
1.29.2	Barniz Brillante	39
1.29.3	Barniz Mate	39
1.29.4	Barniz Satinado	39
1.29.5	Barniz imprégnate anti-termitas	39
1.29.6	Lacas	39
1.30	Bosques maderables de Guatemala	40
1.31	Influencia de la Luna en la cosecha o corte de la Madera	41
1.31.1	Influencia de las fases lunares en la dinámica de la savia de las plantas	41
1.31.1.1	Aguas abajo	43
1.31.1.2	Aguas arriba	44
1.31.1.3	Cosecha de Maderas	44
	CAPÍTULO 2	45
2	Guía de Tipología de Maderas para la construcción de una vivienda en Guatemala	46
2.1	Especies maderables existentes y mas comunes por regiones departamentales de Guatemala	46
	- Región 1 - Guatemala	46
	- Región 2 - Cobán	46



- Región 3 - Zacapa	46
- Región 4 - Jutiapa	47
- Región 5 - Chimaltenango	47
- Región 6 - Quetzaltenango	47
- Región 7 - Quiche	47
- Región 8 - Petén	48
- Región 9 - Mazatenango	48
2.2 Descripción de especies	49
2.2.1 Pino Colorado - <i>Pinus Oocarpa Schiede</i>	49
2.2.2 Pino de Petén - <i>Pinus Caribe</i>	49
2.2.3 Caoba - <i>Swietenia Humillis</i>	49
2.2.4 Cedro – <i>Cedrela Odorata</i>	50
2.2.5 Ramón Blanco - <i>Brosimum alicastrum Swartz</i>	50
2.2.6 San Juan - <i>Vochysia guatemalensis Donn. Smith</i>	50
2.2.7 Santa María - <i>Calophyllum Basiliense Camb</i>	51
2.2.8 Canxan - <i>Terminalia Amazonia Exell Ex Pulle</i>	51
2.2.9 Ciprés - <i>Cupressus lusitanica (Miller)</i>	51
2.2.10 Chichipate – <i>Sweetia Panamensis Benth</i>	51
2.2.11 Matilisguate – <i>Tebebuia Rosea Bertol</i>	52
2.2.12 Conacaste – <i>Enterolobium Cyclocarpum Jacquin</i>	52
2.2.13 Volador - <i>Terminalia Oblonga Steudel</i>	52
2.2.14 Sangre (Llora Sangre) - <i>Swartzia Cubensis (Britt & Willson) Standl</i>	53
2.2.15 Cenicero - <i>Pithecellobium Saman Benth</i>	53
2.2.16 Pino Candelillo - <i>Pinus Maximinoi</i>	53
2.2.17 Pino Triste - <i>Pinus Pseudostrobus Lindl.</i>	54
2.2.18 Pino Blanco, Curtidor - <i>Pinus Ayacahuite Ehrenberg</i>	54
2.2.19 Palo Blanco - <i>Rosedendrom Donell Smitthii</i>	54
2.2.20 Roble Aceitero (Encino) - <i>Quercus Oleoides Schlechtendal & Cham</i>	55
2.2.21 Aceitero Ocote Blanco - <i>Pinus Montezumae Lamb</i>	55
2.2.22 Aliso - <i>Alnus Acuminata H.B.K.</i>	55
2.2.23 Manchiche - <i>Lonchocarpus Castilloi Standl.</i>	56
2.2.24 Pucté - <i>Bucida Buceras L.</i>	56
2.2.25 Frijolillo (Cola Coche) - <i>Pithecellobium Arboreum L</i>	56
2.2.26 Guachipilín - <i>Diphysa Americana (Mill.) M. Sousa</i>	57
2.2.27 Teca - <i>Tectona Grandis</i>	57
2.2.28 Zapotón - <i>Pachira Aquatica Aublet</i>	57
2.2.29 Pino de Las Cumbres - <i>Pinus Rudis Endlicher</i>	58
2.3 Cuadro resumen de especies maderables y su aplicación a las piezas o componentes constructivas de la vivienda.	59-68
2.4 Direcciones usuales de la orientación de la fibra de la Madera	69



2.4.1	Direcciones ortogonales de la Madera	70
2.4.2	Compresión perpendicular a la fibra	70
2.4.3	Compresión paralela a la fibra	71
2.4.4	Tracción perpendicular	72
2.4.5	Tracción paralela a la fibra	72
2.4.6	Corte o cizallamiento	73
2.4.7	Corte paralelo a la fibra	73
2.4.8	Corte perpendicular a la fibra	74
2.5	Condiciones de la Madera para exterior	74
2.6	La Madera como material constructivo	75
2.7	Uniones o ensamblajes utilizados en la construcción con Madera	76-85
2.8	Clasificación de las Maderas utilizadas en estructuras	86
2.8.1	Rollizos	86
2.8.2	Madera a Escuadra	86
2.9	Madera Laminada	86
2.9.1	Proceso de fabricación	89
2.9.2	Estructuras en maderas Laminadas	90
2.9.3	Selección de maderas para Laminar	91
2.9.4	Clasificación de maderas para Laminar	92
2.9.5	Madera Laminada Suave	92
2.9.6	Madera Laminada Dura	92
2.9.7	Engomamiento	92
2.9.8	Grosor de Laminaciones	93

CAPÍTULO 3

Manual práctico, constructivo y descriptivo de una Vivienda en Madera

3.1	Tabiques	95
3.1.1	Clasificación según su función resistente	96
3.1.1.1	Tabiques soportantes	96
3.1.1.2	Tabiques auto soportantes	96
3.1.2	Anclajes inferior de tabiques	96
3.1.2.1	Anclaje de tabiques sobre base de concreto armado	96
3.1.3	Componentes de un tabique	97
3.1.3.1	Solera Inferior	97
3.1.3.2	Pie Derecho	97
3.1.3.3	Solera superior	98
3.1.3.4	Rigidizantes	98
3.1.3.5	Dintel	99
3.1.3.6	Sillar	99



3.1.3.7	Montante	99
3.1.3.8	Punta de dintel	99
3.1.3.9	Peinazo o armador	99
3.1.4	Clavado y fijación de componentes principales y secundarios	99
3.1.5	Tabiques en esquina	101
3.1.6	Tabiques intermedios o en "T"	102
3.1.7	Tabiques en Cruz	104
3.1.8	Armado de entepiso y tabique	105
3.1.9	Techo o cubierta final	106
3.1.9.1	Tipo Howe	106
3.1.9.2	Tipo Pratt	106
3.1.9.3	Tipo Fink	106
3.1.10	Fijación de las tijeras a la estructura	107
3.1.11	Platinas de unión para los componentes de las tijeras o cerchas	107
3.1.12	Conformación de los materiales finales de la cubierta e instalación de tubería o cableado para salidas de iluminación	108-109
3.1.13	Instalaciones dentro de la vivienda	110
3.1.14	Instalaciones eléctricas	113

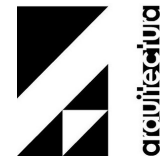
CAPÍTULO 4

	Proyecto constructivo de una vivienda con madera	115
4	Proyecto constructivo	116
4.1	Desarrollo constructivo de un proyecto habitable, aplicando las diferentes tipologías de Maderas de la Región 2	116
4.2	Contexto departamental	116
4.2.1	Departamento de Alta y Baja Verapaz, Guatemala	116
4.2.1.1	Departamento de Alta Verapaz	116
4.2.1.2	Departamento de Baja Verapaz	116
4.3	Especies maderables de con mas frecuencia de uso y comercial en la Región 2, Alta Verapaz y Baja Verapaz	119
4.4	Especies maderables más comunes de la Región 2 y su aplicación a los componentes estructurales para la construcción de una vivienda.	119
4.5	Aplicación de especies maderables a las piezas o componentes	121
4.6	Planos constructivos de una vivienda con madera	125
	- Conclusiones	126
	- Recomendaciones	127, 128
	- Bibliografía	129, 130



ÍNDICE DE IMÁGENES, FOTOGRAFÍAS Y CUADROS.

No.	Fotografía o Imagen	Pág..
1	Partes del Tronco	3
2	Sacado natural de la madera en Caballete	26
3	Secado natural de la madera en Triángulo	26
4	Autoclave (Proceso de Preservación)	33
5	Faces lunares de la dinámica de la savia en las plantas	43
6	Cosecha de maderas para leña y construcción	44
7	Pinus Oocarpa Schiede	49
8	Pinus Caribea	49
9	Swietenia Humillis	49
10	Cedrela Odorata	50
11	Brosimum alicastrum Swartz	50
12	Vochysia guatemalensis Donn. Smith	50
13	Calophyllum Brasiliense	51
14	Cupressus Lusitancia	51
15	Tabebuia Rosea Bertol	52
16	Enterolobium Cyclocarpum Jacquin	52
17	Swartzia Cubensis (Britt & Willson) Standl	53
18	Pithecellobium Samán Bentham	53
19	Pinus Maximinoi / Corteza	53
20	Pinus Pseudostrobus Lindl	54
21	Pinus Ayacahuite Ehrenberg	54
22	Rosedendrom Donell Smitthii	54
23	Quercus Oleoides Schlechtendal & Cham	55
24	Pinus Montezumae Lamb	55
25	Alnus Acuminata H.B.K.	55
26	Bucida Buceras L.	56
27	Pithecellobium Arboreum L	56
28	Tectona Grandis	57
29	Pachira Aquatica Aublet	57
30	Pinus rudis Endlicher	58
31	Orientación de la fibra en la Madera	70
32	Compresión perpendicular a la fibra	71
33	Compresión paralela a la fibra	71
34	Tracción perpendicular	72
35	Tracción paralela a la fibra	73
36	Corte paralelo a la fibra	73
37	Corte perpendicular a la fibra	74
38	Embarbillado doble	76
39	Embarbillado simple	76
40	Ensamble en cruz corrido - 1	76
41	Ensamble en cruz corrido – 2	76
42	Ensamble a cola de Milano en ángulo	77
43	Espiga reforzada en ángulo simple	77
44	Retalón de Ebanista	77
45	Retalón de Ebanista con ángulo	77
46	Unión en esquina 1	78
47	Unión en esquina 2	78
48	Ensamble en espiga central	78
49	Ensamble en Cola de Milano y Espiga	78



50	Ensamble en ángulo 1	79
51	Ensamble a caja	79
52	Ensamble a Media Madera en Cepo - 1	79
53	Ensamble a Media Madera en Cepo - 2	79
54	Ensamble de Machimbre	80
55	Ensamble de Palma en Bisel	80
56	Ensamble en T	80
57	Ensamble en ángulo con Espiga Oculta	80
58	Ensamble en "T" a Cola de Milano	81
59	Ensamble a Media Madera en "T" a Cola de Milano	81
60	Ensamble a Cola de Milano de Ranura	81
61	Ensamble a Media Madera y Media Cola de Milano	81
62	Ensamble a Cola de Milano Semioculta	82
63	Ensamble a Cola de Milano Semioculta	82
64	Empalme a media madera en pico de flauta – 1	82
65	Empalme a media madera en pico de flauta – 2	82
66	Junta plana ranurada y lengüeta	83
67	Ensamble a Cuatro de Madera	83
68	Empalme a media madera con Testa en sesgo	83
69	Empalme a media madera	83
70	Ensamble de palma recta	84
71	Ensamble a media madera en Cruz	84
72	Ensamble de madera, ángulos rectos + cinchos metálicos	84
73	Ensamble en madera redonda + cincho metálico	84
74	Retalón de ebanista Simple	85
75	Ensamble de palma recrecida	85
76	Ensamble + Cuña	85
77	Junta plana a Tope con Grapas	85
78	Madera Laminada	86
79	Aplicación de madera Laminada en Vigas	89
80	Diseños estructurales con Madera Laminada	89
81 - A	Anclaje de tabique a base de concreto	97
81 - B	Anclaje de tabique a base de concreto	97
82	Componentes del tabique	98
83	Distribución y colocación de clavos en las piezas o componentes	100
84 - A, B	Unión de tabiques en esquina	101
85	Opción "A" - Tabique en esquina	101
86	Opción "B" - Tabique en esquina	101
87	Opción "C" - Tabique en esquina	102
88	Empalme alternado de soleras de amarre en "T"	102
89	Opción "A" - "T"	103
90	Opción "B" - "T"	103
91	Opción "C" - "T"	103
92	Tabiques en Cruz - Opción 1	104
93	Tabiques en Cruz - Opción 2	104
94	Armado de Entrepiso	105
95	Armado de Entrepiso y Tabique	105
96	Tijera tipo Howe	106
97	Tijera tipo Pratt	106
98	Tijera tipo Fink	106
99	Fijación de tijera a la estructura	107



100	Materiales de la cubierta e instalaciones eléctricas para iluminación	108
101	Materiales de la cubierta e instalaciones eléctricas para iluminación	109
102	Instalaciones eléctricas sobre cumbrera para iluminación	109
103	Planta Servicio Sanitario	111
104	Sección A-A´de entrepiso	111
105	Sección B-B´de entrepiso	111
105 - A	Detalle de armado de entrepiso, tabique y acabados	112
105 - B	Detalle de armado de entrepiso, tabique y acabados	112
106	Acometida eléctrica a Tablero	113
107	Tablero eléctrico a tomas, 1er. Nivel	113
108	Tablero eléctrico a tomas, 2do. Nivel	113
109	República de Guatemala por departamentos	117
110	Alta Verapaz y Baja Verapaz	118

CAPÍTULO 4 112

JUEGO DE PLANOS CONSTRUCTIVOS DE UNA VIVIENDA CON MADERA

No. Hoja	DESCRIPCIÓN
1/22.	Planta Amueblada 1er. Nivel
2/22.	Planta Amueblada 2do. Nivel
3/22.	Elevaciones 1 y 2
4/22.	Elevaciones 3 y 4
5/22.	Ubicación de pie Derechos 1er. Nivel
6/22.	Elevaciones Estructurales 1 y 2 de 1er. Nivel y corte de muro típico
7/22.	Elevaciones Estructurales 3,4 y 5 de 1er. Nivel
8/22.	Elevaciones Estructurales 6, 7 y 8 de 1er. Nivel
9/22.	Ubicación de pie derechos 2do. Nivel
10/22.	Elevaciones Estructurales 1, 2, 3 y 4 de 2do. Nivel
11/22.	Elevaciones Estructurales 6, 7 y 8 de 2do. Nivel
12/22.	Distribución de Viguetas
13/22.	Armado de Entrepiso
14/22.	Detalles de Entrepiso
15/22.	Detalles
16/22.	Armado de Techo o Cubierta
17/22.	Detalles de Armado de Cubierta
18/22.	Sustitución de piezas metálicas utilizando especies de maderas duras
19/22.	Planta y Elevación de Gradadas
20/22.	Vistas en 3 dimensiones de Gradadas
21/22.	Detalle de Pasamanos
22/22.	Opciones sobre cubierta para instalaciones de iluminación

No.	CUADROS	Pág..
1	Boletín forestal de bosques maderables	40
2	Especies maderables mas comunes por región	46 - 48
3	Descripción de especies	49 - 58
4	Especies maderables y su aplicación	60 - 68
5	Uniones o ensambles utilizadas en la construcción con madera	76 - 85
6	Municipios por departamento de la Región 2	118
7	Especies maderables	119
8	Pieza o componente de la vivienda	120
9	Aplicación de especies maderables a las piezas o componentes	121 - 123



INTRODUCCIÓN

La madera es un producto orgánico de origen vegetal, de composición y estructura bien definida, es un material estructural proveniente de la parte sólida de los árboles que se encuentra bajo la corteza.

La madera es un material respetuoso con el medio ambiente, ya que con el manejo correcto se convierte en una materia prima renovable cuyo aprovechamiento sostenible beneficia al medio ambiente y a la sociedad.

De manera casi imperceptible la madera nos rodea en nuestra vida diaria (puertas, ventanas, muebles, lápices, marcos, utensilios de cocina, cepillos, etc.) es un material sano y agradable que mantiene las condiciones térmicas en las viviendas, modera las fluctuaciones de humedad, purifica el aire y proporciona relajamiento a las personas.

Además de todo esto la madera es:

- **Reciclable:**

El ciclo de vida de la madera es cerrado. Tras el final de su vida útil los restos de madera pueden introducirse de nuevo como materia prima para otras industrias de la madera. (Ej. Astillas, aserrín, tallos, hojas, corteza, etc.).

- **Contribuye a mitigar el cambio climático:**

Almacenando el dióxido de carbono durante todo el ciclo de vida de los productos de madera.

- **Emplea muy poca energía para su elaboración**

El consumo de energía en el proceso de transformación de la madera es muy inferior comparado con la energía utilizada en la fabricación de otros materiales.

- **Ofrece soluciones que permiten diseños innovadores**

La tecnología ha permitido el desarrollo de numerosos productos derivados de la madera (tableros, madera laminada, etc.) que ofrecen innumerables posibilidades tanto en su uso en construcción como en el mueble, carpintería, envases, etc.



ANTECEDENTES

El presente estudio, busca proyectar a través de un enfoque técnico, el conocimiento y la utilización de la madera en la construcción.

Para tal efecto, el objetivo principal es estructurar una guía tipológica de maderas en Guatemala que sirvan como guía de apoyo para las personas, profesionales y no profesionales del sector de la construcción, que estén considerando emplear la madera como material principal o de apoyo en la construcción. Dicho análisis conlleva una serie de aspectos que se determinan por las propiedades de la madera hacia las de otros materiales constructivos, características principales, usos y tipos existentes, así como llegar a determinar la especie de la madera más adecuada para su utilización funcional, según sus cualidades estructurales, duración y calidad.

La madera y sus bosques han desempeñado un rol muy importante para el avance de la raza humana. Desde inicio de la civilización ha sido empleada para proporcionar abrigo, combustible, transporte, papel, corcho, caucho, trementina, resina, alcohol, sustancias plásticas, entre otra gran gama de materiales. Es al mismo tiempo uno de los materiales estructurales básicos importantes. Casi todos sabemos lo que es la madera y sin embargo, en Guatemala se tiene relativamente poco 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, su remplazo paulatino por especies de crecimiento rápido, la preservación es la respuesta moderna de la técnica para satisfacer los requisitos, actuales y futuros en su uso en la construcción.

En la actualidad la industria de la construcción es una de las más grandes e importantes en Guatemala. La categoría más creciente es la de la construcción residencial y vivienda a todo nivel. Es por esto que en esta investigación, al analizar las generalidades de la madera, se logra sintetizar, en aspectos relacionados a la arquitectura, un proyecto que refleja la utilización práctica de éste material en un sistema constructivo, cumpliendo a cabalidad, con los objetivos de este estudio y



también con las necesidades arquitectónicas que tienen los proyectos para exterior de larga durabilidad.

JUSTIFICACIÓN

El sistema estructural de madera y sobre todo la aplicación práctica en exteriores, está teniendo actualmente bastante auge en diversos tipos de proyectos constructivos. Esto debido a que son sistemas prácticos económicos y bastante decorativos lo cual visualmente es muy agradable. Por lo que en el campo de la construcción es importante que existan documentos adecuados y más completos sobre la aplicación de la madera.

Contando con equipos necesarios para la fabricación de elementos estructurales de madera, es de mucha importancia que en el medio de la construcción, se informen sobre nuevas propuestas y avances en cuanto su utilización, como elementos funcionales y decorativos. De esta manera, ya con los conocimientos correctos en cuanto a la aplicación, pre dimensionamientos y ventajas, podrán ser utilizados en futuros proyectos.

En Guatemala existen una gran variedad de especies de madera aplicables a la construcción y por falta de conocimiento e información no se utiliza, es por ello que la mayoría de edificaciones se construyen de concreto y mampostería.

OBJETIVOS

- **General**

El objetivo general es elaboración de una guía de tipología de maderas para la construcción de viviendas en Guatemala.

- **Específicos**

1. Comprobar la capacidad constructiva de la madera mediante destrezas de su competencia, ante otros materiales o forma de construcción.
2. Desarrollar detalladamente, paso a paso el proceso constructivo que lleva la construcción de una vivienda en madera.
3. Evidenciar y desarrollar, a través de un documento técnico, el potencial de la madera como material constructivo efectivo y fomentando su uso en construcción de viviendas.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento constructivo en Guatemala es un aspecto importante para el estudio y proyección de soluciones arquitectónicas que generen espacios adecuados para el desarrollo humano. Debido a la falta de conocimiento sobre materiales constructivos que nos ofrezcan solidez estructural, rapidez en tiempo de montaje, ahorro en mano de obra, relación en función y estética, durabilidad, bajo mantenimiento e integración al entorno, surge la necesidad el estudio de la madera debido a que cumple con tales requisitos.

Es importante tomar en cuenta que en el ámbito profesional, el arquitecto se enfrenta al reto de la realización de infraestructuras funcionales e innovadoras y si este no cuenta con la información necesaria y actualizada, se limitará a los sistemas de construcción convencionales, lo cual conlleva al aumento de costos de la construcción, así como reducción de la funcionalidad en algunos casos, entonces es necesaria la búsqueda de soluciones que sean viables y prácticas, en especial en áreas específicas para dar solución a la problemática de la vivienda abarcando todo el país.

DELIMITACIÓN DEL TEMA

La investigación se realizará en la ciudad de Guatemala durante el período comprendido de enero a julio de 2010. Incluye visitas a aserraderos, fábricas de madera e instituciones que regulan y fomentan su uso.

La investigación será de tipo aplicada, ya que se pretende aplicar todos los conceptos adquiridos a una propuesta específica en el campo del diseño arquitectónico.

Así también por el grado de profundidad la investigación será de tipo formulativa, porque se propone un proyecto como producto final único, desde las conclusiones y particularidades de un material constructivo y hasta sus características según el contenido.

El enfoque metodológico será descriptivo, ya que en este proyecto no busca comprobar una hipótesis sino que en base a los objetivos propuestos determinar las variables que intervendrán en el proceso investigativo.



Por el origen de los datos la investigación será mixta, ya que aparte de las preguntas de investigación y análisis de datos, se utilizarán fuentes documentales para complementar la información y poder establecer así los parámetros de la investigación.

Por último se ha determinado que este análisis será también sincrónico, por el uso de la variable tiempo, debido a que la solución a plantearse y su relación con el diseño arquitectónico estarán regidas por el comportamiento que posean las mismas y no por el tiempo y por la duración del estudio, ya que será una investigación de tipo transversal, esta se realiza según los parámetros establecidos en el área en el que se desarrollará el estudio.

METODOLOGÍA

Para desarrollar el estudio se ha tomado la decisión de enfocarlo bajo una metodología que esté orientada desde las generalidades hacia los principios básicos; generando conclusiones concretas que definan un proyecto de solución creativa y funcional. Por lo tanto el método de investigación será deductivo.

- **Sujetos y objetos de estudio**

Para obtener la información necesaria para realizar esta investigación serán efectuadas visitas y consultas a diversas instituciones especializadas en las diversas áreas que abarca el presente estudio.

- Instituto Nacional de Estadística, INE
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas, CONAP
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, MAGA
- Instituto Nacional de Bosques, INAB
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN
- Cámara de Industria
- Sección de Tecnología de la Madera del centro de Investigaciones de Ingeniería de la USAC.

También incluye empresas que se dedican a trabajar la madera:

- Aserraderos
- Fábricas que trabajan madera
- Laboratorio multipropósitos de la sección de la tecnología de la madera del centro de investigaciones de ingeniería de la USAC (área de carpintería).



INSTRUMENTOS A UTILIZAR DURANTE EL PROCESO INVESTIGATIVO

Dentro de la investigación se utilizarán varios instrumentos, los cuales ayudarán a explicar y conocer de una mejor forma cada uno de los datos obtenidos en el proceso investigativo.

- **Datos Teóricos:** Se redactarán a manera de facilitar la base investigativa colocándose dentro de la misma donde sea necesario según la secuencia lógica del proyecto; estos datos pueden ser técnicos, fuentes bibliográficas, entre otros.
- **Datos de campo:** Serán ejemplificados por medio de fotografías que ayudarán a comprender mejor la situación actual del proyecto y algunos ejemplos que se han realizado de las posibles soluciones a la propuesta en proyectos similares.
- **Datos gráficos:** serán dibujos, diseño y todo aquel material que colabore para que el problema sea comprendido más fácilmente.
- **Entrevistas:** se utilizarán para recopilar información y justificar la propuesta planteada, así como para complementar el proceso investigativo y determinar qué necesidad presenta el grupo objetivo del proyecto.



CAPITULO 1



1.1 DEFINICIÓN DE LA MADERA

Se define como una sustancia dura y resistente que constituye el tronco de los árboles y se ha utilizado durante miles de años como combustible y como material de construcción. Fue uno de los materiales primeramente utilizados por el hombre. Ya en el período paleolítico se utilizaba la madera dura para la fabricación de armas como hachas, pinchos, y la madera blanda para palos y varas.¹

Es un producto orgánico vegetal, de composición y estructura bien definida; es un material estructural proveniente de la parte sólida de los árboles, que se encuentra debajo de la corteza. Actualmente es empleada en estructuras en las que la resistencia es el factor principal en su selección y uso; no así sus ventajas constructivas como velocidad de montaje, ahorros de mano de obra, flexibilidad en el diseño, belleza y durabilidad. Es el único material que ofrece textura como carácter estructural que se revela al tacto empleando herramientas de corte. Está prácticamente determinada por la distribución de los distintos elementos de la madera, distinguiéndose por la forma y dirección del veteado.²

Cuando el hombre empezó a trabajar con metales, aumentaron las posibilidades de usos de la madera ya que estos permitían su apogeo y labra. Aunque el término madera se aplica a materias similares de otras partes de las plantas, incluso a las llamadas venas de las hojas, en este documento sólo se hablará de las maderas de importancia comercial.

Anatómicamente, la madera consiste en pequeños tubos que transportan agua y los minerales disueltos en ella, desde las raíces a las hojas. Estos vasos conductores están dispuestos verticalmente en el tronco.

El dibujo que presenta todas las variedades de madera se llama veta. Cuando cortamos en paralelo a su eje, la madera tiene vetas rectas. En algunos árboles, sin embargo, los conductos están dispuestos de forma helicoidal, es decir, enrollados alrededor del eje del tronco. Un corte de este tronco producirá madera con vetas cruzadas, lo que suele ocurrir al cortar cualquier árbol por un plano no paralelo a su eje.

¹ Chavesta Custodio, Manuel. Identificación de maderas. La Molina, Perú, 2006.

² Materiales para la construcción. Barcelona, España. Tomo I. Ediciones Atrium, S.A. Grupo editorial S.A.

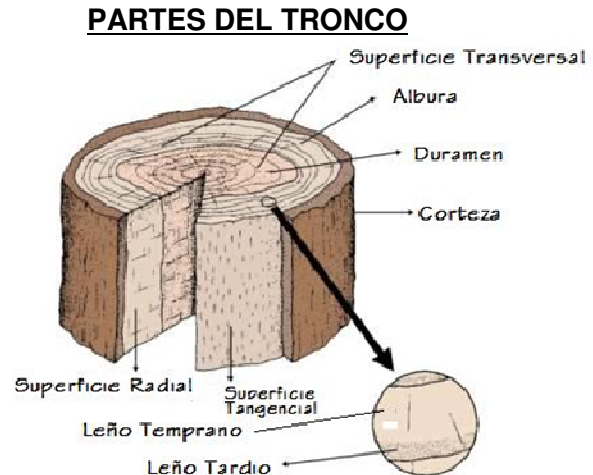
1.2 PARTES QUE CONFORMAN EL TRONCO

Al ser talado un árbol, ser convertido en troza y cortado transversalmente puede distinguirse en su superficie circular las diferentes partes desde la periferia hacia el centro del tronco.

1.2.1 Corteza

Es la parte que sirve de coraza protectora durante el crecimiento. Se compone de tejidos secos y muertos que aseguran al árbol contra posibles lesiones exteriores.

Figura 1



1.2.2 Líber

Conocida también como corteza suave interior, es la parte encargada de transportar la sustancia alimenticia de las hojas hacia todas las partes en crecimiento del árbol.

1.2.3 Cambium

Fuente Internet: www.tecnoivanr.blogspot.com

Es la capa microscópica que se encuentra inmediatamente después del Líber. Es el lugar donde se forman las nuevas celdas de corteza y leño.

1.2.4 Albura

Es la que conforma los anillos anuales. Es de color más claro que el Líber y su función consiste en transportar savia de las raíces hacia las hojas. Los anillos anuales, albura o capas concéntricas, corresponden a incrementos de crecimiento para períodos determinados. Debido a que el árbol crece simultáneamente en altura y grosor, en el diámetro se forma un espacio que separa un anillo del otro y su crecimiento es a razón de un anillo por año.

La parte interior de un anillo de se forma en la primera parte de la época de crecimiento y se le llama "*leño temprano o madera de primavera*". La parte exterior se forma en el resto del transcurso de la época de crecimiento y se le conoce como "*leño tardío o madera de verano o tardía*". Las células de la "madera de primavera" son más grandes y de paredes más delgadas en relación a las que aparecen en la "madera de verano" es por eso que la primera es más suave y de un color más claro.



1.2.5 Médula

Es el lugar donde crece el leño nuevo para formar las ramas.

1.2.6 Radios Medulares

Conectan las diferentes partes del árbol para el almacenaje y transferencia de sustancias alimenticias.

1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA³

1.3.1 Características Químicas

Las características químicas de la madera están relacionadas con la savia, la trementina y la resina.

➤ Definiciones⁴

- *Savia*: Líquido que circula por los vasos de las plantas pteridofitas y fanerógamas y del cual toman las células las sustancias que necesitan para su nutrición.
- *Trementina*: Jugo casi líquido, pegajoso, odorífero y de sabor picante, que fluye en los árboles. Se emplea principalmente como disolvente en la industria de pinturas y barnices.
- *Resina*: Sustancia sólida o de consistencia pastosa, insoluble en el agua, soluble en el alcohol y en los aceites esenciales, capaz de arder en contacto con el aire, es obtenida naturalmente como producto que fluye de varias plantas.

1.3.2 Características Mecánicas

A diferencia de las químicas, las características mecánicas sí son de gran importancia para el técnico en construcción, ya que depende de la selección de la madera y la aplicación que se le pueda dar a cada una de ellas. A continuación, características que deben considerarse al utilizar la madera para la construcción:

1.4 Grano

Término que sirve para indicar la dirección general de las fibras en la madera. Usualmente se consideran tres direcciones:

³ Tecnología de la Madera, Santiago, 3er Edición, Vignote Peña, Isaac Martines Rojas

⁴ Diccionario de la Lengua Española, www.rae.es



- La dirección longitudinal o paralela al eje del árbol.
- La dirección radial que va paralela a un radio del árbol, desde la médula hasta la corteza.
- La dirección tangencial que va paralela a los anillos de crecimiento.

En la madera sin aserrar se tiene una mayor fortaleza cuando el grano es recto, es decir, cuando las fibras son paralelas al eje largo de la pieza.

1.5 Fibra

La fibra de la madera se da en un solo sentido y es la que precisa su resistencia, especialmente cuando va sometida a esfuerzos exteriores. Si las fibras están formando un ángulo con el eje del tronco del árbol, resulta el grano en espiral. La dirección del grano en espiral puede ser reversible durante la vida del árbol y eso da origen a lo que se denomina grano entrelazado.

1.6 Nudo

Se llama nudo en la madera a una conformación relativamente ovalada y que señala, el nacimiento de ramas. Es la parte más dura del árbol, pero para el tamaño y su ubicación en una pieza, puede ser inservible, porque si el nudo abarca toda la pieza de madera, tiende a rajarse.

- **Estado:** Es posible que el nudo sea sano y adherente o que por el contrario, se encuentre muerto y esté podrido, Los primeros no suponen ningún problema siempre que no estén situados en una unión o sobre una cara vista. Los nudos muertos se desprenden de las planchas de madera y favorecen a la aparición de orificios. Son reconocibles porque son más superficiales y su presencia da lugar a elevaciones o hendiduras en la tabla.
- **Tamaño:** Se denomina nudo en ojo de perdiz cuando su diámetro mide menos de 5mm, y pequeño si sus dimensiones se encuentran entre 5mm y 15mm. A partir de los 20mm, el nudo se clasifica como mediano. Es grande si mide cerca de 40. Tamaño y estado no son parámetros relacionados entre si, es posible que un nudo podrido sea pequeño y mediano o de dimensiones mayores, y que varía sus proporciones según el momento en el que la rama se cortó.
- **Forma:** La manera en la que se corta la madera determina la morfología del nudo. Si el corte fue radial. Adopta forma de espiga; si se hizo de manera tangencial, será redonda; si la madera se cortó en una posición intermedia, será oval.



1.7 Peso

El peso de la madera seca depende de la estructura celular y de las cantidades relativas de paredes y cavidades que presentan las células. Por estas cualidades se deduce que esta característica varía de una especie a otra; además de que la humedad que existe en la madera contribuye a aumentar su peso, las sales, grasas, los segmentos y otros de sus compuestos. En este estudio no son de gran importancia ya que para la industria de la construcción no es determinante su conocimiento aunque eventualmente puede, el estudio de esta característica, auxiliar a un profesional de la construcción.

1.7.1 Peso específico

Es la relación que hay entre el peso de la madera, a un determinado contenido de humedad, y el peso al volumen de agua desplazado por el volumen de la madera. El peso es una propiedad característica de todos los materiales. En el Cuadro No. 1 se muestran valores de algunos materiales. El índice del peso específico expresa un valor promedio característico de cierta especie. Oscila aproximadamente al 20%, esta variación depende de algunos factores:

- Las partes de madera temprana y madera tardía en un anillo de crecimiento.
- El ancho del anillo de crecimiento.
- De la cantidad de elementos que contiene la cavidad celular (albura-duramen).⁵

Con el peso específico se aumentan en proporción los siguientes aspectos:

- La dureza y demás propiedades mecánicas.
- La resistencia contra hongos e insectos.
- La dificultad de penetración de insecticidas y fungicidas.
- La resistencia de flameabilidad.
- El tiempo requerido para el secado de la madera.
- El coeficiente de conducción térmica.
- La resistencia al desgaste.

El peso de la sustancia leñosa en todas las especies es aproximadamente 1.53 veces el peso del agua, pero las células de la madera contiene aire en diferentes proporciones; variando por tanto, los pesos de las especies no sólo por su densidad, sino también por su contenido de humedad. Cuando se trata de hacer cálculos, se toma como peso promedio de la madera 40 lb. por pie.

⁵ TECNOLOGÍA DE LA MADERA. SECAP/STZ. Marzo 1968. Documento Biblioteca de INFORDE.



1.8 CONTENIDO DE HUMEDAD

Este se define como el porcentaje en peso de agua a peso de la madera seca al horno, La humedad, en la madera, contiene una cantidad de agua libre dentro de las paredes celulares.

Después que el árbol es aserrado principia el proceso de pérdida de humedad y descendiendo a medida que avanza el procesamiento.

Cuando la madera es utilizada en estructuras, tiende a equilibrar su contenido de humedad con el aire circundante. La madera puede mantener humedad de dos formas: en las celdas propiamente y en las paredes de las celdas. El agua que primero se evapora es el de las celdas.

Existe un contenido de humedad en el que el agua de las celdas se evapora pero las paredes están completamente saturadas, a esto se le denomina “Punto de saturación en fibras” y ocurre cuando el contenido de humedad es de un 30%.

Los cambios de dimensión ocurren al disminuir el contenido del punto de saturación, produciéndose defectos en el proceso de secado. Sin embargo, produce incrementos en resistencia y dureza que contrarrestan esos defectos. Este incremento es debido a la rigidez de las paredes de las celdas que al densificarse la madera se contrae.

1.8.1 Movimientos debido a la humedad

Bajo el punto de saturación las fibras (sobre un 30% de la madera se retraen o hinchan con los cambios de humedad relativa de la atmósfera. Debido a la estructura de la madera, este movimiento es unas cuarenta a veinte veces mayor transversalmente a las fibras longitudinales y pueden llegar a ser 1.5 a 2 veces mayor tangencialmente (a lo largo de los anillos de crecimiento) que Radialmente (perpendicular a lo mismo) No se definen tolerancias para aumentos del contenido de humedad superior al 30%.

1.9 PROPIEDADES DE LA MADERA

La madera no tiene propiedades fijas, incluso trozos tomados del mismo árbol son distintos debido a que es un material orgánico anisotrópico. A pesar de ello analizaremos las propiedades de la madera, es decir aquellas que influyen en sus aplicaciones. Las principales propiedades de la madera son su resistencia, su dureza, su rigidez y su densidad. Esta última suele indicar propiedades mecánicas ya que cuanto más densa es la madera, su composición es más fuerte y dura.



Las propiedades están íntimamente relacionadas con la estructura anatómica de la misma, así como su composición química con las características particulares del crecimiento de cada especie con la forma del tronco y con los métodos subsiguientes de tratamiento y conversión. La naturaleza fibrosa de la madera significa que sus propiedades no son las mismas cuando resisten fuerzas paralelas con la fibra y cuando las resiste perpendicularmente a él.

1.9.1 Durabilidad

Es una de las grandes propiedades de la madera. La durabilidad depende de la resistencia natural de la especie a la descomposición, presencia o ausencia de savia y contenido de humedad. El equilibrio del contenido de la humedad de la madera, que queda muy afectado por las condiciones de uso, tiene una gran influencia en la durabilidad.

Cuando el contenido de agua no puede mantenerse bajo los límites de seguridad mediante un diseño adecuado o revestimientos protectores, las maderas no durables pueden tratarse con una enorme variedad de materiales de protección y métodos adecuados al grado de exposición y además factores.

Como medida de protección contra los insectos es usual utilizar madera tratada con algún preservante especial.

1.9.2 Comportamiento ante el fuego

Al ser un material cuya base es la celulosa todos los tejidos de madera son combustibles. Esta característica impide su uso para ciertos elementos estructurales.

No obstante la resistencia al fuego de los elementos de madera es alta, superando notablemente cualquier comparación al respecto con otros materiales incombustibles (especialmente el acero estructural y el aluminio) que sufre una pérdida de resistencia a temperaturas relativamente bajas, transmite el calor y provoca el colapso al dilatarse.

La madera se carboniza lentamente a medida que se quema, reduciendo su sección transversal por su lado expuesto al fuego, a una velocidad aproximadamente: 0.64 mm. /minuto, incluso a temperaturas tan altas como los 900 a 1200 grados centígrados. La madera no carbonizada apenas queda afectada respecto a su



existencia, rigidez o estabilidad dimensional. La pesada madera de construcción alcanza cotas altas de resistencia por esta razón.⁶

Nota: Combustibilidad

La combustibilidad de la madera no debe confundirse, con la resistencia que tiene al calor, en un determinado rango de temperaturas. Si se somete a una exposición de temperaturas no demasiado largas, la madera resiste algunos grados. También tiene la ventaja de que se comporta mejor que otros materiales debido a su capacidad de aislante y escasa dilatación térmica.

El defecto de la combustibilidad de que hablamos, reside en que la madera una vez inflamada, alimenta la llama; por lo que el proceso de combustión libre de carbonización en presencia de brasas, se prolongarán aún después de haberse eliminado la fuente de calor.

1.9.3 Resistencia química

La madera es muy resistente al ataque por parte de los materiales de la mayoría de los productos químicos, incluyendo los órganos y los ácidos o sales neutras en disolución, aunque lo es menos a las soluciones cáusticas. Esta propiedad la hace un material particularmente indicado para la construcción de edificios y almacenes en las que se añejan productos químicos y generalmente para las estructuras expuestas a ambientes húmedos.

1.9.4 Propiedades de conductibilidad

Es una medida de la rapidez con que fluye la energía térmica o calor, a través de un material sometido a un aumento de temperatura. La conductividad de la madera es considerablemente menor que la mayoría de los demás materiales de construcción, por eso es apreciada como aislante del calor. Los factores que influyen en la conductividad térmica de la madera son: el peso específico, el contenido de humedad y la estructura celular. Las maderas ligeras tienen menor conductividad que las demás.

⁶ Rubén Ananías. Departamento Ingeniería en Maderas. Universidad del Biobío. Chile: Física de la madera. Chile. 2007.



1.9.5 Propiedades térmicas

La conductibilidad térmica de la madera es baja con otros materiales estructurales debido a su baja densidad. Es por lo tanto fácil, evitar los “puentes fríos” y las alteraciones en el color a causa de no existir diferentes conductancias en el material de base. Las estructuras laminares de madera para cubiertas y paredes, tienen así mismo buenos valores al respecto. La dilatación de la madera es baja, pudiéndose ignorar a efectos de cálculo, una vez no este en presencia de excesiva humedad.

1.9.6 Propiedades eléctricas

La madera tiene una gran resistencia al paso de la corriente eléctrica. Esta propiedad eléctrica se explota especialmente en el cuadro mediante el calor de las uniones encoladas (por ejemplo en ensambles de laminados encolados), ya que una superficie dieléctrica se calienta cuando se la somete a un campo eléctrico de frecuencia. El repentino cambio de la resistencia debido a la variación del contenido de la humedad se emplea para determinar ésta mediante higrómetros eléctricos.

Sólo las de clase selecta y de primera han de emplearse en estructuras de carácter permanente. Las de segunda sólo se usan en obras provisionales y secundarias. No todas las obras de madera están protegidas de los ataques de agentes destructores, que puedan ser de tipo: meteorológico (humedad, calor); o animal (insectos, larvas); o vegetal (hongos). Si la madera ha de formar parte de una estructura permanente deberá protegerse debidamente.

1.9.7 Propiedades acústicas

La madera tiene buena capacidad para absorber sonidos incidentes. Esta propiedad puede ser aprovechada ventajosamente en el diseño de divisiones.

1.9.7.1 Aislamiento del sonido

Se refiere a la reducción de la intensidad del sonido cuando pasa a través de una barrera, Se logra un mejor aislamiento, combinándola con otros materiales aislantes, como la fibra de vidrio, yeso, etc.

1.9.7.2 Absorción del sonido

Se refiere a la cantidad del sonido que absorbida por una superficie. La velocidad de propagación de las ondas de sonido, en dirección de las fibras de la madera es entre 2,500 y 6,000 m/seg., según la superficie de madera.



La velocidad a través de la fibra es aproximadamente la mitad. Es por esto que el sonido es fácilmente conducido en la madera, desfavorable en construcciones Insonorizaste, pero es deseado en la fabricación de instrumentos musicales.

1.9.8 Flexión

La flexión en una pieza de madera, combina en forma simultánea, los compartimientos a tracción, comprensión y corte. La madera es apta para soportar tracción y comprensión paralela, debido a su alta capacidad por unidad de peso.

En la práctica se somete a esfuerzos de flexión cuando es utilizada en vigas, soleras viguetas, entablados y dinteles.

1.9.9 Densidad

Es una relación entre la masa y volumen. La madera tiene una densidad inferior a la del agua (1000 Kg. /m³) y por eso flotará en ella.

Es la relación que existe entre la masa de una pieza de madera con su volumen. En la madera, la densidad denominada Aparente, se refiere al conjunto del material leñoso y espacios intercelulares que forman la estructura de la madera, la cual varía de acuerdo con su estructura anatómica. La densidad Real, se refiere al material leñoso y que tiene un valor aproximado de 1.5 gr. /cm., siendo constante para todas las especies.

Las formas de expresión de la densidad, en función del contenido de humedad son diversas; la más común es relacionar el peso y el volumen de una muestra en estado verde, al 12% del contenido de humedad. La densidad Básica, es la relación entre el peso anhidro (peso seco al horno) de la madera con su volumen verde.

Esta relación es la que se determina con mayor frecuencia y permite establecer relaciones, con otras propiedades de la madera y hacer comparaciones con otras especies⁷.

La densidad de la parte sólida, de la madera es 1.56 gr/cm³ con variaciones insignificantes entre especies. En general la densidad se relaciona directamente con otras propiedades de la madera en la siguiente forma:

⁷ Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico PAP—REFORT, JIJNAC. CARTILLA DE CONSTRUCCIÓN CON MADERA._Editado por la Junta del Acuerdo de Cartagena. Lea, Perú 1980.



Indica su comportamiento probable frente a la absorción y pérdida de agua, y su grado de variación dimensional bajo el punto de saturación de las fibras.

Permite estimar el comportamiento mecánico de la madera ante ciertos esfuerzos, y su aptitud para trabajabilidad y acabado.⁸

1.9.10 Resistencia al Corte

Es la capacidad de resistir fuerzas que tienden a que una parte del material se deslice sobre la parte adyacente a ella. Este deslizamiento, puede tener lugar paralelamente a las fibras; perpendicularmente a ellas no puede producirse la rotura, porque la resistencia en esta dirección es alta y la madera se rompe antes por otro efecto que por éste.

1.10 TIPOS DE MADERA

1.10.1 Latifoliadas (caduca) y coníferas (conífera)

Esta es una de las características más definidas, ya que todos los árboles pertenecen a una de las dos clases. Los árboles de hoja caduca pueden clasificarse como de madera dura y semidura y los de hoja conífera como de madera suave o blanda y semisuave.

Es necesario aclarar que los términos anteriores no se aplican a la efectiva dureza o suavidad de las maderas, ya que dentro de los ejemplares de madera blanda existen algunos que cuantitativamente son muy duras y viceversa. La dureza, es definitiva, viene en función de su peso específico. Los principales factores que diferencian a un árbol de hoja caduca y de un conífero son su estructura, su apariencia, tamaño y calidad.

1.11 CLASIFICACIÓN DE LA MADERA DE ACUERDO AL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

Los métodos de clasificar la madera varían de costa a costa debido a la variedad del clima y las condiciones del suelo que afectan las características del árbol. A continuación una clasificación relacionada con el proceso al que son sometidas:

⁸ Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Área de los Recursos Forestales, MANUAL DE DTSCO PARA MADERAS DEL GRUPO ANDINO. Editado por la Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima, Perú 1984.



1.11.1 Madera rolliza

También llamada madera sin elaborar, es de uso bastante frecuente en construcciones rurales y tradicionales. En Varias regiones todavía se emplea en andamios, cimbras y obras falsas de diversos tipos. Un empleo bastante exitoso de este producto es el caso de líneas de transmisión de energía eléctrica y de teléfono. En algunos puentes de caballete todavía se emplea como elementos verticales de carga. Un uso difundido en otras regiones del mundo es la construcción de viviendas en construcciones industriales y rurales como elementos soportantes de la cubierta, como los muros y en ocasiones hasta los pisos. Un uso tradicional que tiende a desaparecer es la construcción de cabañas con troncos.

1.11.2 Madera labrada

Se obtiene dándole la forma requerida con hacha o azuela⁹. Las piezas de madera labrada son todavía de uso común en las construcciones rústicas, aunque es de esperarse que esta manera de elaborar la madera sea sustituida por la aserrada, puesto que la elaboración de la madera labrada implica desperdicios importantes.

Los miembros de madera labrada generalmente son piezas relativamente robustas utilizadas como vigas, postes, pilotes cabezales de caballetes para puentes. Para cabezales y usos semejantes son comunes las piezas cuadradas de 12" x 12". De lado y longitudes de unos cuatro a seis metros. Las dimensiones aproximadas más usuales para las secciones de vigas son de 4" x 8" o 5" x 8". Las longitudes no suelen pasar de unos 8.5 m. Una aplicación típica de las vigas labradas está en los techos denominados de bóveda catalana.

1.11.3 Madera aserrada

El volumen de madera aserrada utilizado en la construcción excede al de los demás productos forestales con algún grado de elaboración en todas partes del mundo. En Guatemala aproximadamente de las especies coníferas. Algunas especies de las que se obtiene madera aserrada son la caoba, el cedro, el encino y el nogal.

Desde nuestro punto de vista, son dos los principales problemas que contribuyen a crear situación desfavorable para el uso de la madera en la construcción: El escaso control sobre las dimensiones reales de la madera aserrada. La inoperancia de las reglas de calificación y clasificación para fines estructurales que existen en Guatemala.

⁹ Herramienta de carpintero que sirve para desbastar, compuesta de una plancha de hierro acerada y cortante, de diez a doce centímetros de anchura, y un mango corto de madera que forma recodo.



1.12 FORMAS Y MEDIDAS COMERCIALES DE UTILIZACIÓN DE LA MADERA

1.12.1 Formas Comerciales

Como es un material muy utilizado, la madera, puede encontrarse en gran variedad de formas comerciales:

- **Tableros Macizos:** Pueden estar formados por una o varias piezas rectangulares encoladas por su cantos.
- **Chapas y láminas:** Formadas por planchas rectangulares de poco espesor.
- **Listones y tableros:** Que son prismas rectos, de sección cuadrado o rectangular, y gran longitud.
- **Molduras o perfiles:** Obtenidos a partir de listones a los que se les da una determinada sección.
- **Redondos:** Que son cilindros de maderas generalmente muy largos.
- **Tableros contrachapados:** Son piezas planas y finas que pueden trabajarse bien con herramientas manuales, como la segueta. Están formados por láminas superpuestas perpendiculares entre sí.
- **Tablero de fibras:** Está formado por partículas o fibras de maderas que se prensan. Los hay de densidad baja (DB) y de densidad media (DM). Estos taleros pueden usarse en el taller de tecnología en los proyectos en los que intervienen piezas de madera.
- **Tableros aglomerados:** Se forman a partir de residuos de madera que se prensan y encolan. En algunos casos estos tableros se cubren con una lámina muy fina (de 2 o 3mm de espesor) de una madera más vistosa (cerezo, roble, etc.) o de plástico.

1.12.2 Medidas Comerciales¹⁰

Es importante saber que las medidas comerciales de la madera están normalizadas en muchos países, pero la aplicación de las medidas normalizadas depende de las

¹⁰Manual, Dibujo Constructivo 1, Arquitecto, Hugo Armas, Facultad de Arquitectura, USAC



costumbres de los profesionales, el uso, costumbres de la región y las dimensiones del tronco. Hay muchas tablas de medidas comerciales, pero en todas predomina el ancho sobre el grueso

La madera se comercializa aserrada, ya sea rustica o cepillada, en forma rectangular, llamándose a su sección escuadrilla, y vendiéndose en unidades de pie tabla. Los pie tabla son uniformes y contienen 144 pulgadas cúbicas, o el equivalente a una tabla de 1" x 12" x 12". Se puede clasificar esta madera de la forma siguiente:

DENOMINACIÓN	ESCUADRILLA
- VIGAS	5" x 8" para arriba
- VIGUETAS	4" x 6" para arriba
- COLUMNAS	4" x 4" para arriba
- PARALES	3" x 3"
- COSTANERAS	3" x 4"
- REGLA	2" x 3"
- TABLÓN	2" x 12"
- TABLONCILLO	1 ½" x 12"
- TABLA	1" x 12"

Formulas para convertir la madera a pie tablar:

$$\text{Pie Tabla} = \frac{\text{Ancho (")} \times \text{Alto (")} \times \text{Largo (')}}{12}$$

$$\text{Pie Tabla} = \frac{\text{Ancho (")} \times \text{Alto (")} \times \text{Largo (')}}{144}$$

$$\text{Pie Tabla} = \frac{\text{Ancho (")} \times \text{Alto (")} \times \text{Largo (')} \times 12}{144}$$

" = Pulgadas

' = Pie



1.13 DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DE LA MADERA

La industria de aserrío incluye a todas aquellas actividades en donde utiliza a los productos maderables como materia prima. De acuerdo con IDC (1999), la industria del aserrío puede dividirse en industria primaria, que agrupa aquellas actividades que utilizan como materia los productos maderables extraídos directamente del bosque; industria secundaria, la que incluye todas las actividades que dan valor agregado a los productos de la industria primaria.

Referente a la demanda de madera aserrada y productos derivados de la misma, TOLEDO¹¹ comparte que el mercado internacional ha crecido últimamente y se prevé un aumento en el consumo interno de países productores, se refiere además que el mercado requiere de productos de mayor valor agregado tales como madera seca al horno, madera cepillada en 2 o 4 caras, molduras, pisos, tableros de listones, triplay, enchapes decorativos, postes, muebles y piezas. Por otro lado, existen mercados que permiten agrupar especies para productos de altos valor agregado como listones ensamblados (finger joint) y tableros encolados (edge glue panel), que son productos que ingresan a la industria de fabricación de muebles o pisos, y para productos de alto valor agregado como puertas, muebles soldaduras, pisos, gabinetes de cocina. Agrega que el mercado internacional es una oportunidad de desarrollo tecnológico y comercial para la manufactura de productos elaborados que sean listos para usar por la industria de la construcción y del mueble, ello conlleva la incorporación de nuevas especies forestales, desarrollo de recurso humano, capaces de producir sosteniblemente en una economía de mercado competitivo.

Según la base de datos del Registro Nacional Forestal del INAB (1998) existe un total de 534 industrias forestales registradas, distribuidas de la siguiente forma: 261 aserraderos, 213 industrias secundarias, 60 pequeñas y medianas carpinterías. La industria primaria (aserraderos) prevalece más en las regiones I (Guatemala), II (Alta y baja Verapaz), III (El Progreso), V (Chimaltenango, Sacatepéquez) y en mínima parte en Quetzaltenango, Quiché y San Marcos, contando actualmente Quetzaltenango con 85 industrias forestales inscritas.

El PAF. G.¹² menciona que los principales productos de la industria de aserrío en Guatemala son:

¹¹ TOLEDO, E. (1,999). Mercado Mundial de Especies de Coníferas y Latifoliadas. Memoria V Congreso nacional Forestal. Guatemala.

¹² PAF. G. (1,996). Datos Básicos del Subsector Forestal de Guatemala, Revista.



- Producción de madera aserrada,
- Machihembre,
- Duela,
- Plywood,
- Muebles en general,
- Ataúdes
- Y otros productos¹³

En la actualidad, todos los países del mundo se encuentran involucrados en dos corrientes sumamente importantes: La globalización y la competitividad. Guatemala no es una excepción, juntamente con los países centroamericanos inició su proceso de competitividad a principios de 1998.

El programa Nacional de Competitividad (iniciado en 1998) menciona que el sector forestal de Guatemala posee ventajas comparativas entre las más importantes merece destacarse:

- La gran diversidad de especies que se producen en Guatemala, derivado de la gran cantidad de microclimas,

¹³ BATRES Y GÓMEZ (2001), señalan que en Guatemala la forma de medir el volumen de una troza con fines comerciales no es el mismo que para obtener el volumen sólido sin corteza. Comparten que para el caso de los aserraderos de los países especializados en la transformación de maderas de coníferas. La metodología de medición de troza consiste en una pulgada (0.0254 m) a uno de los diámetros (al menor), en el caso que esta haya sido previamente labrada, si esta se presenta en rollo sin labrar, entonces se le resta una pulgada a la medida mayor. Posteriormente se tomará el largo en pies, sin contar las fracciones (demasia), las que se presentan como garantía de que al cortar la troza, las dimensiones de largo se obtendrán adecuadamente. A esta medición se le denomina "pie tablar", ya que la madera se comercializa en bloque o cuadros.

Siguiendo a BATRES Y GÓMEZ (2001), para el caso de las maderas procedentes de latifoliadas, se utiliza la fórmula Doyle, que consiste en realizar una medida en la punta de menor diámetro de la troza y medir el largo en pies sin considerar la demasia. Esta fórmula indica automáticamente el volumen de aserrado final que se obtendrá y por lo tanto no considera el volumen de los cantos de la troza.

Finalmente concluyen que los métodos de medición usados en Guatemala, son una adaptación del sistema de Estados Unidos (sistema británico), los cuales miden la materia prima (madera en rollo) y la relación con una medida de producto final (la madera aserrada o tablas), siendo un sistema no oficializado del país, desconociendo que se debe utilizar legalmente el sistema métrico decimal.



- Las especies forestales de Guatemala tienen una gran capacidad de crecimiento en relación a otros países,
- Guatemala geográficamente está situada cerca del mayor mercado mundial de productos forestales como los es Estados Unidos, además cuenta con salida a los Océanos Pacífico y Atlántico.
- Finalmente el 51% de la extensión territorial es de vocación forestal

1.14 VENTAJAS DE CONSTRUIR EN MADERA

Dentro de los constructores se dice que no hay material más noble y duradero como la madera por eso, no es casualidad encontrar construcciones y edificaciones en todas partes del mundo elaboradas con este material.

1. La primera ventaja de la madera es la durabilidad, tiene una vida útil mayor que las construcciones en mampostería, claro que para ello debe elegirse la madera adecuada.
2. Otra ventaja de la madera es su bajo costo ya que permite utilizar menor cantidad de mano de obra, permite ahorro de procesos de elaboración, ahorro energético y en transportes. Esta cualidad motiva a muchos a utilizar la madera en lugar del ladrillo.
3. La facilidad para trabajarse es otra ventaja de la madera. Se puede cortar y trabajar en diversas formas y tamaños utilizando herramientas sencillas manuales o de máquinas de fácil transporte que se pueden usar en el mismo lugar de la construcción.
4. Belleza. Por su textura y color, la madera ofrece un gran aporte estético a la construcción. Al utilizar diferentes tintes y barnices se pueden lograr viviendas con acabado de gran impacto y belleza.
5. Es adaptable. La madera se adapta fácilmente a cualquier sitio no importando clima y condiciones de ambiente.
6. Como se mencionó anteriormente en las propiedades de la madera, es un excelente aislante eléctrico, térmico y acústico.
7. Es resistente a productos químicos que son altamente corrosivos y es recomendada para construcción en zonas sísmicas.



8. Es resistente al fuego. También en las propiedades de la madera se mencionó su resistencia al fuego. Lamentablemente uno de los factores que más genera rechazo hacia la madera es su combustibilidad. Sin embargo si las técnicas de tratamiento son las adecuadas su comportamiento ante los incendios es superior a muchas otras estructuras.
9. Es resistente a la compresión y tensión.
10. Su comportamiento ante sismos. Las edificaciones con madera poseen flexibilidad y poco peso en sus elementos estructurales, otorgándole ventajas ante la acción de sismos. La ventaja principal de la madera de una estructura, ante un sismo, es la capacidad de amortiguar sus efectos, evitando concentraciones de esfuerzos que pueden causar roturas, ya que absorbe y disipa la energía por su naturaleza fibrosa y composición anatómica
11. Estructuralmente es 2 a 3 veces más liviana que materiales como la mampostería y el concreto lo que permite desarrollar estructuras con techos de grandes luces con volúmenes no tradicionales.

1.15 DESVENTAJAS DE CONSTRUIR EN MADERA

1. La madera y sus productos derivados como materiales de construcción fueron reemplazados casi totalmente por el concreto, lo que en algunos casos a elevado el costo de la misma al reducir su demanda. Este hecho responde a la adopción indiscriminada de patrones de consumo ajenos a nuestra realidad, resulta extraño ya que en muchos países desarrollados, la construcción con madera cubre hasta el 70% de las necesidades de vivienda rural y urbana, dejándose el acero y el hormigón para grandes edificaciones y obras de estructura. De manera que para un país como Guatemala es considerada una desventaja que se haya discontinuado o disminuido tanto el uso de la madera en las últimas décadas porque se detuvo su evolución técnica que en otros países sí prosiguió.
2. Otra desventaja la susceptibilidad al ataque de hongos e insectos, e intemperismo.
3. Si la madera no es bien seleccionada, preservada, diseñada y tratada, puede tener poca resistencia al fuego, humedad, salinidad y rayos UV.



1.16 PROBLEMAS DEL CONSTRUCTOR

A raíz de una información desactualizada existe en nuestro país resistencia al cambio de parte del constructor en general y también falta de confianza en sus resultados en la prefabricación. No se entera a fondo de los sistemas constructivos que se mueven en el mundo y aparte le cuesta trabajo, tiempo y dinero aprender y obtener experiencia. En la gran mayoría de los casos no es el cliente quien rechaza un sistema a menos de que fuera aconsejado por algún Arquitecto o Ingeniero en las mismas.

El constructor que sí se conoce lo suficiente, para hablar sobre un sistema acreditado convence con facilidad a un cliente, sobre todo cuando ejemplifica realizaciones del mismo en revistas de aplicaciones en otros países, donde se demuestra que la prefabricación no se trata de engendros antihumanos, monótonos y de mal gusto. Los fabricantes de materiales prefabricados se enfrentan al problema que los constructores no tienen la práctica para utilizar los elementos que diseñan los arquitectos, muchas veces proyectan sin considerar la eficiencia de los materiales, medidas racionalizadas con módulos y productos prefabricados existentes en el mercado, materiales regionales y climas diferentes.

El arquitecto habrá de disciplinar su diseño para incorporar un mayor número de elementos prefabricados y de sistemas industrializados.

El arquitecto necesita pensar más como un diseñador Industrial especializado en Arquitectura capaz de crear soluciones funcionales y económicas con un contenido estético dentro de un concepto urbanístico que considera un equilibrio ecológico para justificar lo que ofrece.

1.17 LA MADERA COMO SOLUCIÓN

Como se puede observar en los puntos anteriores, la madera ofrece más ventajas que desventajas.

Actualmente vivimos en Ciudad de Guatemala una política que favorece un crecimiento desordenado en zonas urbanas y que promueve el encajonamiento, el ruido y el riesgo.

La mala distribución de la vivienda y la mala planeación de los centros de población repercute en la salud mental de los habitantes y en el incremento de riesgo en el caso de catástrofes naturales.



Se mencionó anteriormente que son muchas las ventajas que la madera aporta a la construcción y puede ayudar también a mejorar la calidad de vida en las ciudades. Sus costos, su capacidad de aislamiento que permite mayor privacidad en los hogares, su resistencia sísmica y aporte estético que en muchos casos no lo logran las construcciones con mampostería, son muchas razones para preferir la madera en la construcción. Además la madera puede ser utilizada en construcciones de todo tipo de presupuesto, desde viviendas prefabricadas con servicios básicos hasta construcciones con mayores lujos y diseños.

Adicionalmente, Guatemala es un país altamente sísmico y muchos factores de riesgo se han dejado de considerar después que fueron superados los efectos del terremoto de 1976. La madera sigue siendo recomendada como un material con gran capacidad de absorber energía y resistir cargas de impacto lo cual lo hace un buen material para zonas sísmicas.

Es oportuno aprovechar los recursos que Guatemala ofrece. Aprovechando la madera para poder solucionar problemas de vivienda, mejorar la calidad de vida, y reducir riesgos. Al ser utilizada con mayor frecuencia puede haber también un importante impacto en la economía ya que repercute en hacer crecer la industria y generar más empleos en todo el país.

1.18 AGENTES QUE PUEDEN DETERIORAR LA MADERA

La madera como producto natural es susceptible de ser atacada por agentes biológicos que la destruyen o disminuyen su calidad. Además existen condiciones como la temperatura, la humedad, el oxígeno y el alimento que favorecen el desarrollo de los agentes destructores de la madera. Estos enemigos de la madera se pueden resumir en tres grupos:

1.18.1 Carcoma

Es producida por larvas de insectos que penetran en la madera y se convierten en gusanos que destruyen completamente.

Estos destructores de madera se pueden agrupar en cuatro clases:¹⁴

- 1) Escarabajos de diferentes tipos: Ambrosia, de corteza, perforadores de corteza, perforadores de cabeza redonda, de cabeza plana, etc.

¹⁴ Osmose Word Preseving Go. Of America. División Internacional. Estados Unidos de América



- 2) Termitas: tanto subterráneas como no subterráneas, se alimentan de madera la utilizan como habitación, perforando túneles que la debilitan.
- 3) Hormigas carpinteras: aunque no se alimentan de madera, la perforan con objeto de fabricar galerías habitables.
- 4) Perforadores marinos: se pueden dividir en tres clases:
 - 4.1) Moluscos: larvas nadadoras, que se adhieren a la madera bajo la línea de agua y perforan haciendo pequeños orificios en el exterior, penetrando y quedando encarceladas de por vida. Y a medida que el animal crece, agranda su celda.
 - 4.2) Martesía: su cuerpo está contenido en una concha bivalva, pero al igual que los gusanos, penetra en la madera y queda aprisionada en ella.
 - 4.3) Limnoria, Sphaeroma y Chelura: estos animales no se encarcelan en la madera, solamente la perforan.

1.18.2 Hongos¹⁵

Los hongos son simples organismos que utilizan la madera como fuente de alimento. Se mueven a través de la madera como una red microscópica que crecen a través de los agujeros o directamente penetrando la pared celular de la madera. Las Hifas producen las enzimas que degradan la celulosa, hemicelulosa, o lignina que absorbe el material degradado para terminar el proceso de desintegración.

Una vez que el hongo obtiene una suficiente cantidad de energía de la madera, produce un cuerpo fructífero sexual o asexual para distribuir las esporas reproductivas que pueden invadir otras maderas. Los cuerpos fructíferos varían de las esporas unicelulares producidas al final de las hifas para elaborar cuerpos fructíferos perennes que producen millones de esporas. Estas esporas son separadas extensamente por el viento, los insectos, y otros medios que pueden ser encontrados en la mayoría de las superficies expuestas. Consecuentemente, todas las estructuras de madera están conforme al ataque de los hongos cuando la humedad y otros requisitos adecuados al crecimiento de los hongos estén presentes.

¹⁵ www.wikipedia.org/



Se pueden resumir en mohos, hongos cromógenos y hongos xilófagos:

1.18.3 Mohos

Su presencia se hace evidente por su crecimiento algodonoso en la superficie de la madera. Su color varía desde el blanco hasta el negro. Aparecen cuando hay abundancia de humedad. Cuando la madera está seca, pueden ser barridos o cepillados y nunca afectan la resistencia de la madera.

1.18.4 Hongos Cromógenos

Penetran la madera impartándole coloración y afectando ligeramente su resistencia física. Representantes típicos previenen del género *Ceratocystis*, causantes de la mancha azul.

1.18.5 Hongos Xilófagos

Organismos que afectan las propiedades físicas y químicas de las paredes de las células, minando seriamente la resistencia física de la madera. La mayoría de estos hongos ataca la madera después de 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.

Según el efecto producido por el hongo, algunos autores consideran tres tipos principales de pudrición.

- Pudrición Suave
- Pudrición Blanca
- Pudrición Parada

1.18.5.1 Pudrición Suave

Es causada por hongos destructores de celulosa, pertenecientes a los grupos ascomicetos y hongos imperfectos. Se caracteriza por ser superficial, degradando la madera hasta adquirir una consistencia grasosa, de color oscuro.

1.18.5.2 Pudrición Blanca¹⁶

Producida por el hongo de la pudrición, se asemeja al aspecto normal de la madera, pero puede ser tan blanquecino o ligero en color con rayas oscuras. En las etapas avanzadas de la pudrición, la madera infectada tiene una textura suave distinta, y las

¹⁶ www.wikipedia.org



fibras individuales se pueden desprender de la madera. Las pudriciones blancas diferencian de pudriciones pardas, en la que atacan los tres componentes de la pared celular de la madera, causando pérdida del peso de hasta 97 por ciento. En la mayoría de los casos, la pérdida asociada de resistencia es aproximadamente comparable a la pérdida del peso. Las enzimas producidas por el hongo de la pudrición blanca normalmente permanecen cerradas para el crecimiento de las hifas, y los efectos de la infección no son sensibles en las etapas tempranas de la pudrición.

1.18.5.3 Pudrición Parada

El tercer grupo comprende a los hongos de la “Pudrición Parada”, que descomponen a la celulosa y sus pentosas asociadas, afectando poco o nada a la lignina. La parte atacada se contrae formando hendiduras perpendiculares u oblicuas que dan apariencia cubicada a la madera podrida. Estos dos últimos tipos de pudrición son causados por hongos basidiomicetos.

1.18.5.4 Putrefacciones

Se verifica cuando se descompone la savia por fermentación de ciertos componentes de ella.

1.19 SECADO

Todas las deformaciones, que provocan grandes desperdicios de materia prima y de mano de obra, se deben por lo general, al empleo de maderas húmedas o verdes. Es importante considerar que cuando se seca la madera, se presentan contracciones, torceduras y grietas; originadas por los cambios dimensionales. Esto se evita con las técnicas de secado; y para disminuir estos cambios dimensionales de las piezas de madera al cambiar su contenido de humedad. Esto se evita con las técnicas de secado; y para disminuir estos cambios dimensionales en los elementos de la estructura, la madera se seca a un contenido de humedad entre 12% y 15%, antes de usarla.

La madera debidamente secada, ofrece las siguientes ventajas:

- Disminución en los cambios dimensionales de las piezas.
- Las Juntas y ensambles son más resistentes.
- Aumenta la resistencia contra la pudrición y manchas.
- La madera se vuelve más trabajable, lográndose mejores cortes y acabados.



- Se pueden aplicar de una forma más uniforme y efectiva los barnices y pinturas.
- Hay reducción de peso bajando así su costo de transporte.
- Se logra una mejor penetración a la aplicación de preservantes.
- Las propiedades de la madera mejoran.

1.20 MÉTODOS DE SECADO

Para lograr la reducción de la humedad en la madera, se pueden utilizar los siguientes:

1.20.1 Secado Natural

Las tablas que van a ser curadas al aire se apilan bien separadas del suelo y en un pequeño ángulo, de tal manera que la lluvia pueda escurrirse. Se deja un pequeño espacio entre sus filas y separando cada capa con tiras de madera de 1 por 2 pulgadas (2.5 por 5 cm.). Colocar la madera de esta forma, permite que el aire circule libremente entre cada tabla.

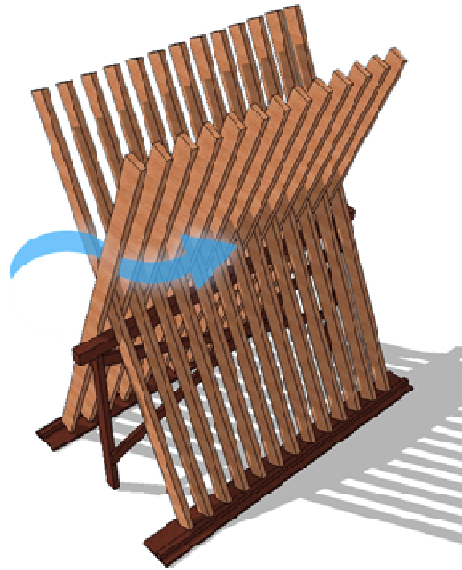
Para asegurarse de que las tablas estén derechas es de mayor importancia que las tiras de madera sean de grosor uniforme.

El tiempo de secado varía dependiendo del 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 pulgada (2.5 cm.) de madera blanda requiere aproximadamente seis meses de secado al aire libre. La madera dura toma mucho más tiempo. Por eso, la madera dura se seca generalmente en estufas o con equipo específico. La mayoría de las maderas blandas se secan al aire y son estas las que generalmente se usan para la construcción de casas.

Formas de colocar o apilar la madera para el secado natural.

Figura 2

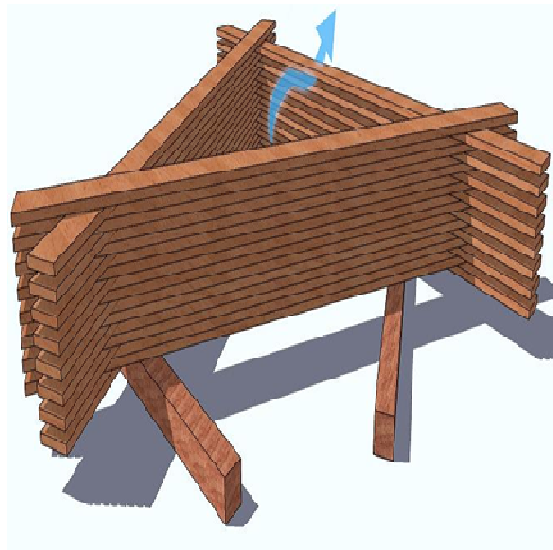
EN CABALLETE



Fuente Internet: Manual del secado de la madera aserrada

Figura 3

EN TRINANGULO



Fuente Internet: Manual del secado de la madera aserrada



1.20.2 Secado Artificial o al Horno

Se consigue mediante el empleo de temperatura, humedad y ventilación, por medio de aparatos e instalaciones especiales, siendo los Hornos Secadores, los más comunes

Un horno es similar a una gran estufa en la cual se seca la madera. El objetivo del secado es acelerar el proceso de eliminación de la humedad. El apilado de la madera aserrada es el mismo que para secarla al aire, excepto que la pila no necesita estar inclinada.

Las tablas se apilan sobre carros y se colocan dentro del horno. El proceso de secado depende de tres factores: calor, humedad y circulación adecuada. La temperatura se conserva aproximadamente a 800 grados C (1800 grados F). la humedad debe controlarse para evitar que las tablas no se sequen demasiado rápido, Si la madera se seca demasiado rápido, se forman pequeños cortes en las puntas de la tabla. Estos se conocen como agrietamiento de los extremos. El calor y la humedad deben circular uniforme a través del horno.

El tiempo de secado varía según el propósito para el cual se va usar la madera. Las tablas de 1 pulgada (2.5cm) requieren un tiempo de secado de dos a cinco semanas. Las tablas de 2 pulgadas (5 cm) necesitan el doble. La mayor parte de las maderas duras son secadas en horno y se usan para fabricar muebles, botes, pisos de madera dura y para trabajos especiales de construcción.

1.21 PRESERVANTES DE LA MADERA

1.21.1 Antecedentes

La gran variedad de usos, así como las claras ventajas que presenta la madera frente a otros materiales como su disponibilidad en diversas formas y tamaños, gran resistencia con relación al peso, facilidad de trabajo y baja conductividad térmica, entre otras, son ampliamente conocidas y han permitido que este material se destaque por sobre otros.

Pese a esto, la madera en su estado natural presenta también ciertas limitaciones que se refieren principalmente a la susceptibilidad de ser atacada por algunos organismos vivos, los que pueden causar daños irreparables. Estos organismos entre los que se encuentran los hongos, insectos, bacterias y taladradores marinos, antes mencionados, que necesitan condiciones favorables para su desarrollo en el interior de la madera,



específicamente temperatura y humedad, así como una fuente de alimentación que es proporcionada por la madera y el ambiente en el que se encuentre.

Frente a estos potenciales peligros, surge entonces la necesidad de encontrar una forma de proteger la madera incorporándole sustancias preservantes que no la dañan pero que son tóxicos para los organismos que la afectan.

1.21.2 Preservantes para maderas

En épocas pasadas era muy empleado el transporte de madera por río, este hecho favorecía sobre todo a los troncos de origen frondoso. La corriente de agua arrastraba a través de los vasos comunicantes los nutrientes del tronco, efecto parecido se consigue colocando la madera en estanque de agua más bien pura.

En la actualidad los preservantes de la madera pueden ser divididos en tres grupos

- Preservantes Naturales
- Preservantes Oleosolubles
- Preservantes Hidrosolubles

1.21.2.1 Preservantes Naturales¹⁷

Si compramos madera aserrada y no disponemos de suficiente garantía de su procedencia, ciclo de tala y cuidados, podemos aplicar un tratamiento natural a base sal bórax con agua (proporción 1/8), diluyendo la sal en agua a 90 grados centígrados, se puede aplicar con brocha, pero se obtienen mejores resultados si se pudiera sumergir a razón de un minuto por centímetro de grosor, luego se saca y se deja secar, nunca directamente sobre el suelo y es recomendable cubrirla para que la lluvia no diluya la cristalización de la sal y bien ventilada por los laterales; posteriormente dejarla secar varios días o hasta un mes y luego volver a tratarla nuevamente a base de aceite de linaza y esencia de trementina (proporción 60/40), acompañada de cáscaras de naranja o hierbas aromáticas.

¹⁷ Josué Jáuregui, Coordinador de GEA en Euskadi, www.gea.es.org



1.21.2.2 Preservantes Oleosolubles

En este grupo, los de mayor uso comercial son la creosota y el pentaclorofenol.

El primero de los mencionados es un aceite derivado de la destilación del alquitrán de hulla, y es un preservante muy eficaz que ha sido utilizado en durmientes de ferrocarril, postes y pilotes marinos. Entre sus desventajas se mencionan su mal olor, baja potabilidad y su baja resistencia al fuego.

El pentaclorofenol, en tanto, es un material escamoso, de color café grisáceo, que debe ser utilizado en una solución al 5% en peso en algún aceite mineral mediano o pesado, como el Diesel.

1.21.2.3 Preservantes Hidrosolubles

Los preservantes hidrosolubles son formulaciones de sales de diferentes metales (flúor, boro, arsénico, cobre, zinc, etc.) que presentan diferentes funciones. Unas actúan como insecticidas y otras como fungicidas, mientras que unas terceras actúan como fijadoras de las materias activas en la madera. En esta categoría se ubica la sal de impregnación CCA (cobre, cromo, arsénico), producto no Lixiviable ni volátil, hoy en día el producto preservantes más utilizado en el mundo, tanto en aplicaciones domiciliarias como en exteriores.

En EE.UU. se preservan anualmente un aproximado de 20.7 millones de metros cúbicos de madera, de los cuales 6.08 millones corresponden a madera para construcción. De esta cifra, 5.7 y 0.38 millones fueron tratados con preservantes hidrosolubles y oleosolubles, respectivamente.

El preservante de mayor utilización fue el CCA, con una participación cercana al 95% (Fuente: US Production, Prices, Consumption. FPL 2001).

La industria de preservación en Europa del año 2000 produjo alrededor de 6.5 millones de m³ de madera impregnada para la construcción, postes, durmientes, usos agrícolas, marinos y otros. De este total, 2.86 millones de m³ fueron destinados a la construcción de viviendas. Por otra parte, 715,000 m³ de madera fueron tratados con los preservantes LOSP.

La efectividad del CCA permite aplicaciones eficientes en aquellas maderas que por su uso deben estar en contacto directo con el suelo o someterse a condiciones



desfavorables. Este preservante de origen inorgánico, presenta componentes activos con las siguientes funciones.

- **Arsénico:** acción insecticida
- **Cobre:** acción fungicida
- **Cromo:** acción fijadora, reductor de la acidez o efecto corrosivo del producto.

No obstante la situación descrita, hoy en día varios países han puesto restricciones al CCA para aquellas aplicaciones domiciliarias sobre el suelo debido a que es una posible fuente de contaminación al entrar en contacto con el agua. En EEUU comenzó a regir a partir del 1 de enero de 2004, en tanto que Europa la implementó a partir del 30 de junio de ese mismo año.

1.22 Productos alternativos al CCA

En EE.UU. existen tres preservantes alternativos al CCA que se están comercializando como productos libres de arsénico. Ellos son el ACQ (Alcalino Cobre Cuaternario), CBA (Cobre, Boro, Azol) y el Cobre Bis- (N-cyclohexyldiazaniumdioxy) (Cu-HDO o copper xylogen). Todos estos productos permiten el uso de la madera sobre y bajo el nivel del suelo.

En este mismo país también se están utilizando preservantes específicos para productos que no están en contacto con el suelo (productos de remanufactura: puertas y ventanas). Entre ellos se encuentran el IPBC, TBTO y CPF.

El IPBC (3-odo-2propynl butyl carbamato) es un preservante efectivo contra hongos, no contra insectos, formulado con agua o con solventes orgánicos. El TBTO (Bis tri-n-butyltin) es un compuesto órgano estañoso, no coloreado o suavemente amarillo, soluble en muchos solventes orgánicos pero insoluble en agua. El CPF (chlorpyrifos) es un preservante muy utilizado en la agricultura que posee una efectiva acción contra ataque de insectos, soluble en agua y solvente orgánico.

En el caso que exista un eventual riesgo de ataque de hongos junto al de insectos, se podrá utilizar una combinación adecuada, como por ejemplo Clorotalonil – CPF o IPBC-CPF. (Fuente: Wood Handbook. Wood as an Engineering Material. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-113. Madison, WI: USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory. 1999).



En América Latina se están registrando los preservantes alternativos al CCA pero no hay normas que limiten su uso. Los países que están utilizando productos alternativos al CCA se basan en las especificaciones de tratamiento y calidad entregadas por la AWWPA de los EEUU, organismo que agrupa a la industria de preservación de ese país.

En América Latina no existe un organismo que regule el uso de productos de preservación para puertas y ventanas.

En Europa, los productos alternativos al CCA son el Cobre (El cloruro de benzalconio), Cobre Boro Tebuconazole, Cobre Cobre-HDO, Cobre Cobre-HDO Boro, Cobre polymeric betain, CCB y CCP. Para productos sobre el nivel del suelo está la alternativa de los denominados Light Organic Solvent Preservatives (LOSP): TBTO (óxido de tributil estaño) y TBTN (naftenato de tributil estaño) (Fuente: Past, present and future of the wood preservation industry. Michael H. Freeman, et al. 2003. Forest Product Journal, October 2003. Vol. 53 N°10; Presevation of wood. Citepa.

En Nueva Zelandia y Australia se sigue usando el CCA en todo tipo de aplicaciones, no obstante que existen alternativos comerciales como el ACQ y CBA. Para productos sobre el nivel del suelo está la opción de los denominados Light Organic Solvent Preservatives (LOSP): TBTO y TBTN (Fuente: www.osmose.com.au; www.osmose.co.nz; www.koppersarch.co.nz).

1.23 Características de la madera impregnada con CCA / ACQ / CBA / CPF/ BS / LOSP

Los productos como el CCA y sus alternativos, en general, son aplicados a través del proceso vacío presión, el cual incorpora una gran cantidad de líquido preservante en la madera, modificando drásticamente su contenido de humedad inicial (cercano al 28%). El uso final de la madera demanda un nuevo tratamiento de secado, de manera de llevarla a la humedad que requiere su condición de servicio final.

1.23.1 CCA, ACQ y CBA La madera tratada con estos preservantes queda con un color verde y con un alto peso, debido a las características hidrosolubles de los preservantes.

1.23.2 CPF y BS (Boro, Silicio) Estos preservantes aumentan el contenido de humedad de la madera pero tienen la ventaja que dejan la madera sin cambios de olor.



El CPF es un producto orientado a la prevención del ataque de termitas. El BS, en tanto, es un producto que está en etapa introductoria en Chile y que tendría la característica de transformar la madera en un elemento no apetecido por los destructores de la madera, principalmente hongos e insectos. (Fuente: Boletín CORMA, Año 4, N° 2, Julio 2003). La madera tratada con estos productos utiliza el agua como solvente, obligando a un secado posterior.

1.23.3 LOSP Los principales Light Organic Solvent Preservatives (LOSP) que se comercializan en la actualidad son el TBTO (óxido de tributil estaño) y el TBTN (naftenato de tributil estaño). El primero de los mencionados se utiliza para condiciones de riesgo bajo (H1-H2), en tanto que el TBTN se emplea en condiciones de riesgo moderado (H3). Estos productos tienen la particularidad de no modificar el color natural de la madera y de aplicarse con solvente agua o solvente orgánico, en cuyo caso no se altera el contenido de humedad inicial de la madera (Fuente: www.osmosse.co.nz; kopperarch.co.nz).

El costo estimado de la impregnación con un LOSP se encuentra entre US\$ 72 y US\$ 80/m³ de madera tratada. Este valor se obtiene al considerar un costo de solución para un tratamiento de nivel H3, según norma neozelandesa NZ3640, de US\$2 por litro de solución, y una absorción de 36 a 40 litros de solución/m³.

1.24 PROCESOS DE PRESERVACIÓN

En la preservación de maderas se distinguen dos métodos, los que se ejecutan con y sin presión.

1.24.1 Métodos con presión

En los procesos con presión, la madera es impregnada en un autoclave cerrado aplicando una presión considerablemente mayor que la atmosférica. El proceso más conocido y empleado por la industria de preservación se denomina célula llena o Bethell (Fuente: Impregnación a presión con sales hidrosolubles tipo CCA. Informe Técnico N° 68. Instituto Forestal de Chile). Las fases sucesivas de operación de este proceso son las siguientes:

1. La madera previamente acondicionada se carga en un autoclave y se aplica vacío para extraer el aire desde su interior y la mayor cantidad posible de aire de la madera.

2. El preservante a temperatura ambiente u otra temperatura, dependiendo del tratamiento, es admitido en la autoclave sin alterar el nivel de vacío.
3. Una vez que el preservante llena la autoclave, se aplica presión hasta que la madera no tenga más capacidad de absorción o hasta la retención requerida de acuerdo con normas o especificaciones.
4. Posterior a la aplicación de la presión, ésta es liberada y se devuelve a un estanque toda la solución preservante que no se inyectó a la madera.
5. Un vacío final se aplica para dejar la madera libre de goteo.

Figura 4

AUTO CLAVE



Fuente Internet: www.trimabaleares.com/autoclave.php

1.24.2 Métodos sin presión

Indudablemente, los métodos de preservación sin presión son los más simples para tratar la madera, siendo también simples los equipos que se utilizan ya que son únicamente a presión atmosférica.

Estos procesos son útiles cuando la situación de riesgo de la madera es baja y se requiere una pequeña protección.

Las formas más comunes de aplicación corresponden a la brocha, aspersión, inmersión, baño caliente – frío y los que utilizan los fenómenos de difusión



(Fuente: Manual del Grupo Andino para la Preservación de Maderas. Junta del Acuerdo de Cartagena. Comunidad Económica Europea. 1988).

1.24.3 Método sin presión Vacío-Vacío

Una variante moderna del método de impregnación sin presión es el denominado proceso de doble vacío o “vac-vac”.

Esta técnica fue desarrollada para proporcionar a la madera un tratamiento de protección de baja profundidad, conocido internacionalmente como tipo “envoltorio”. Este tipo de proceso es suficiente cuando se desea entregar preservación de largo plazo, bajo condiciones de riesgo de bajo a medio, para productos tales como molduras, madera elaborada, puertas y ventanas en su etapa final de procesamiento.

Esta característica especial del proceso lleva a optimizar el uso del preservante y a minimizar el aumento de humedad de la madera (Exposure to preservatives used in the industrial pre - treatment of timber. Garrod et al, 1999).

El sistema de doble vacío es conocido y aplicado en países como Australia, Nueva Zelandia, Finlandia, Inglaterra, Francia y Holanda.

El proceso de doble vacío considera las siguientes etapas:

1. La madera se aloja dentro de una autoclave especialmente diseñado para el tratamiento, el cual es cerrado herméticamente.
2. Se genera vacío al interior del autoclave con la intención de reducir en un nivel aceptable la cantidad de aire presente dentro de las cavidades celulares de la madera.
3. Una vez alcanzado este punto de vacío, se procede a la inundación de la autoclave con el preservante que va a ser absorbido por la madera.
4. Finalizada la inundación de la autoclave se procede a llevar el sistema a presión atmosférica hasta alcanzar un nivel de absorción deseado.
5. Posteriormente se aplica un segundo vacío para retirar solución preservante sobrante.

Cuando se aplica la técnica de doble vacío, el contenido de humedad de la madera a tratar debe estar en las mismas condiciones de humedad en la cual va a ser utilizada. Una vez terminado el proceso y transcurrido un breve tiempo para que se evapore el solvente orgánico, la madera no experimenta cambios en su contenido de humedad.



Si la técnica de doble vacío se aplica con un LOSP hidrosoluble, TBTO, el aumento de humedad en la madera es poco significativo y basta un secado suave para eliminar el agua que la deja fuera del rango de uso.

1.24.4 Ventajas del sistema vacío - vacío respecto al sistema vacío presión Infraestructura

A igual volumen de producción, una planta que impregna vacío presión es una unidad más cara que una de doble vacío. La unidad de vacío presión considera una bomba de presión que es un costo significativo dentro de una unidad de este tipo, además de requerir un cilindro de acero con un espesor mayor de material.

La planta vacío-vacío considera un autoclave de sección cuadrada o rectangular que proporciona mayores facilidades para la fabricación.

Por la forma de la autoclave vacío-vacío, el factor de ocupación volumétrico es notoriamente mayor que en el caso de usar un cilindro. Asimismo, las facilidades operacionales que presenta el trabajar con un autoclave de forma semejante a la de un paquete de madera traerá importantes beneficios económicos.

1.24.5 Tratamiento en el sistema vacío-vacío

La duración del ciclo de impregnación es menor, situación que conduce a una mayor producción por día. El proceso de doble vacío tiene una duración de alrededor de una hora, en tanto que el de vacío y presión alcanza las 2 horas.

En el caso de trabajar con un preservante hidrosoluble, el cambio en el contenido de humedad y peso es notoriamente menor en el doble vacío y por ende el secado posterior también será más rápido.

Habitualmente las plantas de doble vacío trabajan con preservantes LOSP que no alteran el contenido de humedad de la madera, no modificando su peso una vez evaporado el solvente

1.25 CONTROL DE CALIDAD

En general, los países resuelven este importante tema con normas o sistemas comerciales de garantías para el usuario final.



En países como EE.UU se está utilizando un sistema conocido como UCS (Use Category System) que es una nueva forma de organizar las normas de los distintos productos. Ella proporciona facilidades al usuario final para especificar la madera impregnada basada en el riesgo de biodeterioro al que estará sometida la madera.

1.26 PENETRACIÓN Y RETENCIÓN DEL PRESERVANTE

La penetración se refiere a la profundidad que alcanza un preservante en la madera y se expresa en unidades de longitud, milímetros o pulgadas. La penetración del preservante depende de la especie, contenido de humedad, permeabilidad y el proceso de impregnación que se emplee.

La retención es la cantidad de preservante retenido por la madera es una unidad de volumen, se expresa en kg/m³ o pcf (libras por pie cúbico). También se puede explicar como la dosis mínima de preservante que dará un cierto nivel de efectividad. Su medición se puede realizar mediante la aplicación de métodos químicos cuantitativos. Espectrofotometría de absorción atómica, o fluorescencia de rayos X

1.27 NORMAS INTERNACIONALES

A nivel internacional una de las más reconocidas son las de la AWPA (American Wood Preserver's Association). Ellas son aceptadas por una gran cantidad de países distintos al de origen.

Las normas que cubren el área de la preservación de la madera utilizadas por Europa son las DIN, UNE, BS, NFB, (Que son alemanas, españolas, inglesas y francesas, respectivamente) cabiendo mencionar que cada país europeo cuenta con su sistema de normalización, inspección y ensayo de materiales.

Nueva Zelandia y Australia, tienen su normativa local y entre las más importantes se encuentran la MP3640 y la AS1604, respectivamente. En Australia, es un requerimiento de la TPAA, que las plantas impregnadoras cumplan con los estándares Australianos y la legislación estatal.

En Guatemala se han estipulado nomas para la extracción y embalaje de los productos de madera en bruto, como una política de protección de los recursos renovables con los que cuenta esta región.



Otros aspectos considerados en las normas son los requisitos previos al tratamiento mismo, como defectos admisibles en la madera, métodos de secado, contenido de humedad, etc. Y se establece además la metodología para el control de calidad del proceso, los métodos de muestreo, los requisitos que deben cumplir los productos perseverantes, ensayo e inspección de madera; se realizan en su mayoría bajo consideraciones internacionales, ASTM, ISO Y COGUANOR.

1.28 TRATAMIENTO DE RESIDUOS

Este proceso comienza desde que la madera es impregnada hasta que es utilizada en obra. Los puntos en los cuales se pueden generar residuos son los siguientes:

La planta de tratamiento, que eventualmente genera polvo, arena, aserrín o restos de madera que se mezclan con el preservante. Será necesario definir si estos desechos están dentro del marco regulatorio ambiental propios de cada país o es necesario un tratamiento previo antes de su disposición final.

Un lugar donde en teoría no debería haber generación de residuos es en la construcción. Múltiples factores llevan a la posibilidad de realizar cortes o rebajes a la madera ya tratada, bajo el punto de vista del impregnador una acción que no se debiera realizar dado que deja expuesta la zona donde se realizó la operación, al eventual ataque de microorganismos, no obstante los fabricantes de los productos químicos han desarrollado productos para remediar estas acciones 'in situ'. En el caso de esta generación de residuos, habrá que verificar si estos desechos pueden dejarse en la basura común o debieran ser llevados a lugares especiales para tratamientos de eliminación o almacenamiento.

1.29 ACABADOS DE PROTECCIÓN

1.29.1 Barniz

Es una disolución de una o más sustancias resinosas en un disolvente que se volatiliza o se deseca, al aire con facilidad, dando como resultado una capa o película.

Existen barnices de origen natural, en general derivados de las resinas y aceites esenciales de plantas, y sintéticos de formulación moderna. A estos mismos también puede colocársele tintes colorantes para lograr nuevas tonalidades.

Se aplican pinturas y barnices, a las maderas y otras superficies, con objeto de preservarlas de la acción de la atmósfera, del polvo, etc., y para que adquieran lustre, así como para incrementar el oscurecimiento en el tono de los colores. Cuando se



aplica a la madera, a diferencia de las ceras y aceites, el barniz crea una auténtica capa protectora e impermeable, salvaguardando la superficie de madera de los agentes externos y las pequeñas erosiones.

Los barnices se han utilizado durante miles de años, en una u otra forma, para dar un acabado final y proteger la madera. Los egipcios lo empleaban en la decoración de sus tumbas y los griegos como protección de la madera de sus barcos contra el poder corrosivo de las sales marinas (una especie de calafateado).

Sin embargo, los barnices no se han utilizado como material de acabado para los muebles hasta los últimos cinco siglos. A través de los años, los acabados de madera han encontrado en los barnices al aceite muchas características no poseídas por la goma laca; por ejemplo: su capacidad para endurecerse al secarse, su capacidad para adquirir un gran brillo cuando se pulen y su capacidad para resistir la humedad. Hasta la introducción de las lacas de secado rápido, los barnices eran utilizados ampliamente para muchas finalidades de acabado y se encontró que eran satisfactorios dondequiera que se aplicaran; aún son utilizados actualmente, no sólo en la industria del mueble, sino también en aplicaciones domésticas o artesanales.

Hay muchos tipos de barnices. Dependiendo del criterio de clasificación se pueden agrupar en distintas clases dependiendo de la base que componga el barniz.

1.29.1.1 Base acuosa:

Este tipo de barniz esta creado con sustancias naturales y artificiales que usan como disolvente base el agua. Hoy en día es la tendencia más ecológica de tratar las maderas. Estos barnices secan por la evaporación del agua.

1.29.1.2 Base oleaginosa:

Este tipo de barniz, esta creado con sustancias basadas en aceites a los cuales se les puede agregar resinas; las cuales determinan su dureza y brillo. Estos secan por oxidación del aceite.

1.29.1.3 Base piroxilina:

Este tipo de barniz esta creado con base de nitrocelulosa y ha sido el más usado en la industria del mueble; comercialmente se puede encontrar con denominación Duco. Este se divide según el proceso y el que se aplica al inicio comúnmente se llama sellador de madera y posteriormente para dar las diferentes terminaciones se aplica; laca.



1.29.1.4 Base polimérica:

Este tipo de barniz esta creado con sustancias que reaccionan normalmente con un catalizador y solo pueden ser usadas con equipos de alta presión o rodillos; este tipo de barniz está siendo muy usado en la terminación de instrumentos musicales y muebles de fina terminación; se pueden encontrar comercialmente como barniz poliuretano.

Dependiendo el acabado o lustre final, los barnices pueden clasificarse en:

1.29.2 Barniz Brillante:

Está altamente purificado, por eso logra un acabado brillante sobre los trabajos. Tiene gran adherencia y durabilidad. De óptima transparencia, impermeabiliza y da protección a cualquier material ya pintado. Especial para la decoración y protección de toda clase de construcciones de madera natural o teñida en interiores y exteriores tales como ventanas, armarios, muebles, etc.

1.29.3 Barniz Mate:

Tiene las mismas características del barniz brillante con la diferencia de la terminación mate. Es de secado rápido y puede ser aplicado con pincel, brocha o esponja.

1.29.4 Barniz satinado:

Es algo más brillante que el mate, por lo que resiste mucho más las manchas. Es ideal para el barnizado de todo tipo de superficies de madera en interiores y exteriores cubiertas, tales como muebles, puertas, armarios, etc.

1.29.5 Barniz imprégnate antitermitas:

Es un barniz preservante "poro abierto" de máxima vida útil, de acuerdo con sustancias pesticidas, que protegen a la madera de la agresividad natural ambiental, insectos y hongos, retardando por largo tiempo su envejecimiento, dejando una terminación mate en el color deseado

1.29.6 Lacas

Una definición simple de la Laca es: sustancia resinosa que se forma en las ramas de varias plantas orientales

El acabado de muebles con las lacas de nitrocelulosa ha sido muy usado en la industria por la rapidez de secado y facilidad de trabajo.



1.30 BOSQUES MADERABLES DE GUATEMALA

Los bosques en Guatemala abarcan el 42% del territorio nacional, según el estudio de dinámica de la cobertura forestal de la República de Guatemala 1991/93 – 2001.

El mismo reporta una pérdida anual de 73,148 hectáreas, siendo Petén el departamento que perdió mayor cobertura dada su extensión, representando el 64.8% del total perdido anualmente a nivel nacional, contrario a lo anterior, Retalhuleu fue el departamento que ganó mayor cobertura forestal con un 0.46% respecto del bosque existente en el año inicial de estudio tal como se muestra en el cuadro 1.¹⁸

Cuadro 1 BOLETÍN FORESTAL 2005

Departamento	Ganancia (ha)	Pérdida (ha)	Cambio 1991/93-2001 (ha)	Cambio anual (ha/año)	Bosque 1991/93 (ha)	bosque 2001 (ha)
GUATEMALA	4999	8171	-3172	-294	89505	86332
EL PROGRESO	2104	10446	-8342	-793	61724	53382
SACATEPÉQUEZ	1494	1422	72	7	23974	24046
CHIMALTENANGO	4307	5919	-1612	-149	93773	92161
ESCUINTLA	2914	6476	-3562	-330	43044	39483
SANTA ROSA	5263	7954	-2691	-259	76044	73353
SOLOLÁ	2645	2658	-13	-1	44777	44765
TOTONICAPÁN	1156	6425	-5269	-488	51312	46044
QUETZALTENANGO	4433	5249	-816	-93	49072	48256
SUCHITEPÉQUEZ	1926	3416	-1490	-136	24678	23188
RETALHULEU	1700	1298	402	58	12677	13079
SAN MARCOS	12460	16386	-3926	-458	99806	95880
HUEHUETENANGO	24152	55117	-30965	-3091	244462	213496
QUICHÉ	16164	44798	-28634	-3301	336518	307884
BAJA VERAPAZ	6302	14709	-8407	-803	125240	116832
ALTA VERAPAZ	27186	77476	-50290	-6256	511140	460849
PETÉN	14542	345575	-331033	-47412	2624643	2293610
IZABAL	7653	49472	-41819	-5197	373022	331202
ZACAPA	3150	15337	-12187	-1226	91799	79612
CHIQUIMULA	3080	17468	-14388	-1429	57997	43609
JALAPA	3561	10752	-7191	-718	50594	43404
JUTIAPA	2710	10551	-7842	-778	35829	27988
TOTAL NACIONAL	153901	717075	-563175	(73,147.00)	5,121,630.00	4,558,455.00

Boletín Forestal, INAB

¹⁸ Boletín de Estadística Forestal INAB (2005) Guatemala, Guatemala.



En términos relativos, el departamento de Chiquimula posee la mayor tasa de deforestación anual con el 2.46 % respecto del bosque original.

Con la información del Inventario Forestal Nacional 2002-2003, se pudo establecer que del 37.2 % de cobertura forestal estimada, el mayor porcentaje corresponde a bosque latifoliado con un 30.6 %. Los bosques de coníferas y mixtos se encuentran distribuidos principalmente en la parte central del país y ocupan el 3.7 y 2.9 % del área boscosa, respectivamente. Es importante mencionar que los bosques de coníferas y mixtos son los que más se aprovechan debido a la importancia comercial y energética de las especies que los componen.

1.31 LA INFLUENCIA DE LA LUNA EN LA COSECHA O CORTE DE LA MADERA¹⁹

Estudios que se han realizado acerca de influencia que tiene la luna con el corte o cosecha de la madera, han determinado que si se quiere tener madera sana y resistente durante años, habrá que cortar los árboles de hoja caduca en luna llena o cuarto menguante.

La leña para el fuego habrá que cortarla en cuarto creciente, puesto que es cuando está más seca. La leña cortada en luna nueva es de baja combustibilidad.

Los árboles de hoja perenne se aconseja talarlos en luna nueva o cuarto menguante. Las cañas hay que cortarlas en luna llena o cuarto menguante, para evitar que se rompan con facilidad y queden arrugados

1.31.1 Influencia de las fases lunares en la dinámica de la savia de las plantas

Sin duda alguna la fuerza de atracción de la Luna, más la del Sol, sobre la superficie de la Tierra en determinados momentos ejerce un elevado poder de atracción sobre todo líquido que se encuentra en la superficie terrestre, con amplitudes muy diversas según sea la naturaleza, el estado físico y la plasticidad de la sustancia sobre las que actúan estas fuerzas. Así en determinadas posiciones de laguna el agua de los océanos asciende hasta alcanzar una altura máxima, para descender a continuación hasta un nivel mínimo, manteniéndose regular y sucesivamente esta oscilación. También se ha comprobado que este fenómeno se hace sentir en la savia de las plantas, iniciándose el proceso de su influencia desde la parte más elevada para ir descendiendo gradualmente a lo largo de todo el tallo, hasta llegar al sistema radical. Este fenómeno

¹⁹ La Luna y su influencia en la Agricultura, Ing. Agrónomo, Jairo Restrepo Hirviera, Fundación Juquira Candirú, Colombia-Brasil-México 2005, Ecoagro.

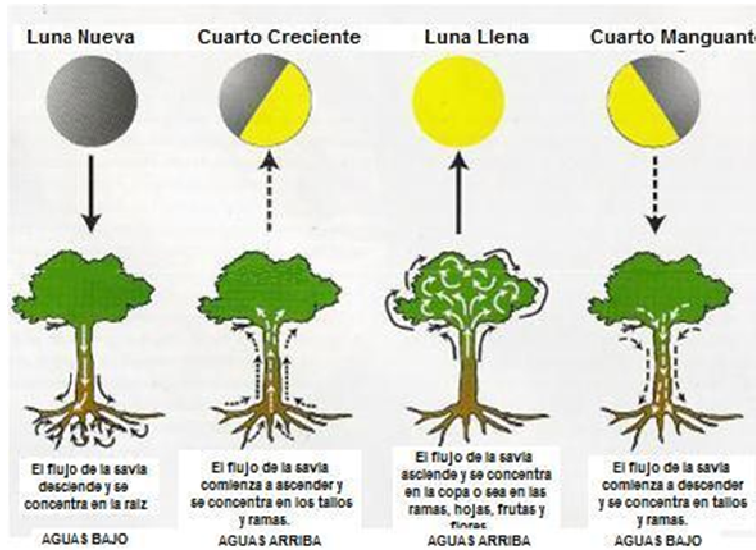


se observa con menor intensidad cuando está relacionado con plantas de elevado porte y recios troncos, provistos de numerosos canales de irrigación entrelazados entre sí; o en plantas de escasa altura donde es muy corta la distancia entre la capa vegetal y la raíz, pero se manifiesta muy claramente en aquellos vegetales de tallo elevado, con escasos canales para la circulación de la savia y escasa comunicación entre ellos. El influjo lunar beneficia el desarrollo y el crecimiento de forma muy acusada en muchas plantas, entre las cuales se destacan las trepadoras, buganvillas o veraneras, rosales, leguminosas, glicinas, etc. Por otro lado, también se ha comprobado que en algunos vegetales la floración sigue el ritmo del flujo y el reflujos de las mareas y ciertos árboles que se cultivan para la obtención de jugos azucarados también siguen el ritmo de las mismas, siendo abundante mientras se produce el fulo y haciéndose más escaso el reflujos de la marea.

Botánicos japoneses, filipinos, ingleses y malayos, que durante décadas han estudiado detalladamente los fenómenos que se producen en el crecimiento de ciertos tipos de bambú, han comprobado que algunas de estas especies del sudeste asiático llegan a crecer entre 50 y 60 centímetros diarios; por ejemplo, en cierta ocasión un científico cronometró el crecimiento de 1.24 metros del bambú madame japonés en 24 horas. La acción de la Luna, o más concretamente como ellos lo afirman, la acción de las mareas, se manifiesta en forma muy visible, dado que el crecimiento es mucho más rápido durante el flujo y experimenta un retraso durante el reflujos. La causa se debe a la atracción lunar, que establece un ritmo de presión y de presión de la savia de estos vegetales. (Figura 5).

Figura 5

FASE LUNAR, DINÁMICA DE LA SAVIA EN LAS PLANTAS



Fuente internet: www.agronet.com.mx

1.31.1.1 Aguas Abajo

Se le dice así a la actividad que tienen las plantas durante el período de Luna Nueva y Cuarto Menguante, es durante este proceso que se aconseja la tala los árboles para uso en la construcción.

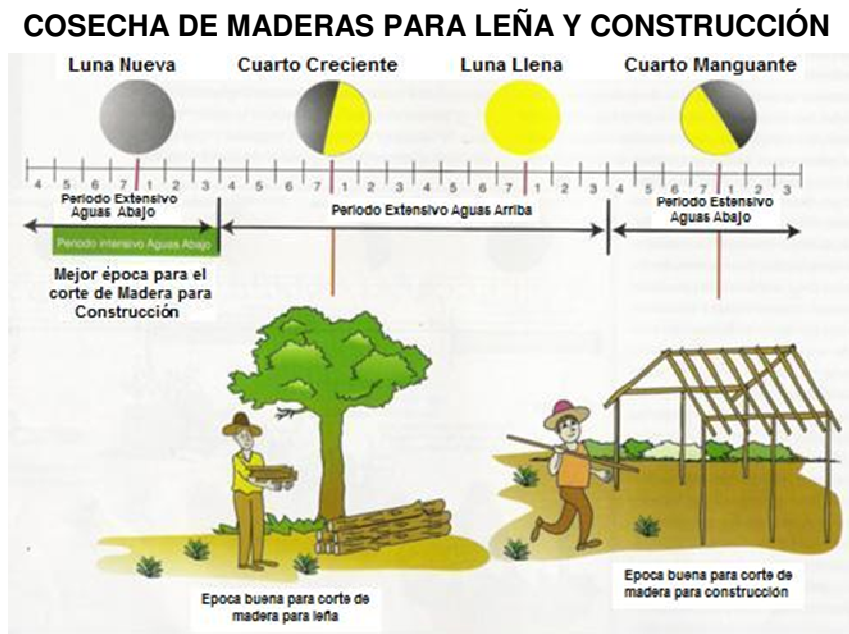
Es aconsejable el corte durante este período, debido a que el flujo de la savia va desde las hojas y ramas hacia la raíz. La madera ya cortada es sus diferentes dimensiones comerciales en esta etapa no tiende a perder su forma y dimensiones durante el proceso de secado debido a que sus poros o fibras tienen escasa concentración de savia, contrario a utilizar la madera para construcción al momento de estar aguas arriba.

1.31.1.2 Aguas Arriba

Este proceso ocurre durante los períodos de Cuarto Creciente y Luna Llena. En esta etapa no es aconsejable talar el árbol cuando madera sea para usar en la construcción. La razón es que al momento de secar la madera que se extrajo del árbol talado durante este período su interior se encuentra lleno de savia o agua y esta tiende a salir de sus poros o fibras teniendo como consecuencia la contracción de la madera. Esto provoca que pierda sus dimensiones y muchas veces su rectitud.

1.31.1.3 COSECHA DE MADERAS

Figura 6



Fuente internet: www.agronet.com.mx



CAPITULO 2

GUÍA Y TIPOLOGÍA DE MADERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA EN GUATEMALA



2. GUÍA DE TIPOLOGÍA DE MADERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA EN GUATEMALA²⁰

Cuadro 2 **ESPECIES MADERABLES MAS COMUNES POR REGIÓN**

- REGIÓN 1 - GUATEMALA		
	Nombre Común	Nombre Científico
-	Pino Colorado	Pinus Oocarpa Schiede
-	Ciprés	Cupressus Lusitancia Miller
-	Caoba	Swietenia Humillis
-	Cedro	Cedrela Odorata
-	Chichipate	Sweetia Panamensis Benth
-	Matilisguate	Tabebuia Rosea Bertol
-	Conacaste	Enterolobium Cyclocarpum Jacquin
-	Volador	Terminalia Oblonga Steudel
-	Sangre	Swartzia Cubensis (Britt & Willson) Standl.
-	Cenicero	Pithecellobium Saman Bentham.
- REGIÓN 2 - COBÁN		
	Nombre Común	Nombre Científico
-	Pino Candelillo	Pinus Maximinoi
-	Pino Colorado	Pinus Oocarpa
-	Pino de Petén	Pinus Caribea
-	Caoba	Swietenia Humillis
-	Cedro	Cedrela Odorata
-	Ramón	Brosimum Alicastrum Swartz
-	San Juan	Vochysia guatemalensis
-	Santa María	Calophyllum Brasiliense Camb.
-	Canxan	Terminalia Amazonia Exell Ex Pulle
- REGIÓN 3 - ZACAPA		
	Nombre Común	Nombre Científico
-	Pino Colorado	Pinus Oocarpa
-	Cedro	Cedrela Odorata
-	Caoba	Swietenia Humillis
-	Palo Blanco	Rosedendrom Donell Smitthii
-	Conacaste	Enterolobium Cyclocarpum Jacquin

- ²⁰ INAB. Base de Datos Forestales de Guatemala, Dataforg 4, Proyecto de Investigación Forestal, diciembre 2003.



- REGIÓN 4 - JUTIAPA		
	Nombre Común	Nombre Científico
-	Pino Colorado	Pinus Oocarpa
-	Roble Aceitero (Encino)	Quercus Oleoides Schlechtendal & Cham.
-	Cedro	Cedrela Odorata
-	Palo Blanco	Rosedendrom Donell Smitthii
-	Conacaste	Enterolobium Cyclocarpum Jacquin
-	Zapotón	Pahira Aquatica Aublet
-	Caoba	Swietenia Humillis
- REGIÓN 5 - CHIMALTENANGO		
	Nombre Común	Nombre Científico
-	Pino Triste	Pinus Pseudostrobus
-	Pino Candelillo	Pinus Maximinoi
-	Pino Colorado	Pinus Oocarpa
-	Aceitero Ocote Blanco	Pino Montezumae
-	Ciprés	Cupressus Lusitancia (Miller)
-	Palo Blanco	Rosedendrom Donell Smitthii
-	Cedro	Cedrela Odorata
- REGIÓN 6 - QUETZALTENANGO		
	Nombre Común	Nombre Científico
-	Pino Colorado	Pinus Oocarpa
-	Pino Triste	Pinus Pseudostrobus
-	Pino de Las Cumbres	Pinus Blanco o Rudís
-	Aceitero Ocote Blanco	Pino Montezumae
-	Aliso	Alnus Acuminata H.B.K.
-	Cedro	Cedrela Odorata
-	Caoba	Swietenia Humillis
- REGIÓN 7 - QUICHE		
	Nombre Común	Nombre Científico
-	Pino Colorado	Pinus Oocarpa
-	Aceitero Ocote Blanco	Pino Montezumae
-	Pino Triste	Pinus Pseudostrobus






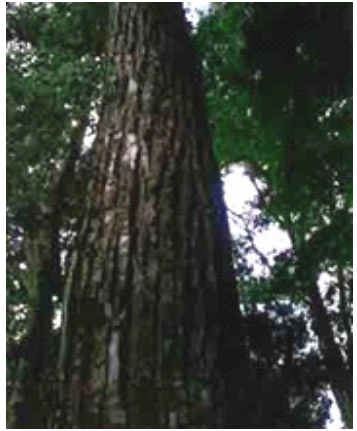


- REGIÓN 8 - PETÉN	
Nombre Común	Nombre Científico
- Caoba	Swietenia Humillis
- Cedro	Cedrela Odorata
- Manchiche	Lonchocarpus Castilloi Standl.
- Pucté	Bucida Buceras I.
- Chichipate	Sweetia Panamensis Benth
- Cedro	Cedrela Odorata
- Frijolillo (Cola Coche)	Pithecellobium Arboreum L.
- REGIÓN 9 - MAZATENANGO	
Nombre Común	Nombre Científico
- Palo Blanco	Rosedendrom Donell Smitthii
- Matilisquate	Tabebuia Rosea Bertol
- Conacaste	Enterolobium Cyclocarpum Jacquin
- Cedro	Cedrela Odorata
- Frijolillo (Cola Coche)	Pithecellobium Arboreum L.



Ing. Silvia Patricia Valdez Orellana, Coordinadora del Centro de Información y Documentación Forestal (CINFOR - INAB)



Cuadro No. 3




DESCRIPCIÓN DE ESPECIES

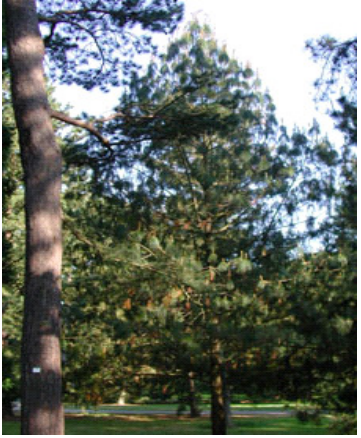


ESPECIE	FOTOGRAFÍA	CARACTERÍSTICA DE LA ESPECIE
<p>2.2.1 PINO COLORADO <i>Pinus Oocarpa Schiede</i></p>	 <p>7 - <i>Pinus Oocarpa Schiede</i></p>	<p>Alcanza de 14 a 45 metros de altura y su fuste es recto y cilíndrico. La madera es regularmente pesada (de 0.51 a 0.55 gr/cm³), moderadamente resinosa y de media a fina. Es bastante resistente a la pudrición blanca y café y resistente a termitas pero susceptible al hongo de la mancha azul.</p>
<p>2.2.2 PINO DE PETÉN <i>Pinus Caribea</i></p>	 <p>8 - <i>Pinus Caribea</i></p>	<p>Alcanza de 16 hasta 45 metros de altura. Su madera es pesada (50 lb/pie cúbico), es susceptible a hongos que producen la mancha azul, hongos de acículas y gorgojos de la corteza. Resistente a las termitas por su alto contenido de resinas y su duramen es resistente a hongos de pudrición.</p>
<p>2.2.3 CAOBA <i>Swietenia Humillis</i></p>	 <p>9 - <i>Swietenia Humillis</i></p>	<p>La madera es de color café rojizo y se oscurece con el tiempo. Alcanza alturas entre 15 a 40 metros y 80 a 100 cm. de diámetro. Se clasifica de pesada a muy pesada, peso específico (0.40 a 0.50 gr/cm³); presenta alta durabilidad natural a los hongos e insectos, es resistente a ser tratado con producto preservante; seca al aire con una velocidad lenta y se clasifica como moderadamente fácil de trabajar con herramientas manuales y maquinaria, obteniéndose excelentes acabados. Muy buena durabilidad, es una madera dura, fuerte y densa. No se pudre ni es susceptible a ataques de insectos. Permeable. Se seca muy bien, resiste altas temperaturas no da problemas de deformaciones ni rajaduras.</p>

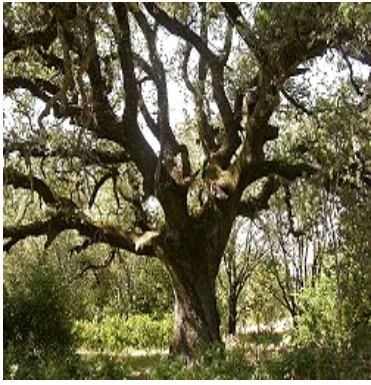


<p>2.2.4</p> <p>CEDRO <i>Cedrela Odorata</i></p>	 <p>10 - <i>Cedrela Odorata</i></p>	<p>Es de color rojizo al estar recién cortada y luego se va oscureciendo. Pesa aproximadamente 3 libras por Metro Cúbico, se deja trabajar muy bien con herramienta a mano y máquinas, sostiene clavos, tornillos y pegamento. Alcanza de 12 a 60 metros de altura y diámetro de 60 a 250 cm. Moderadamente liviana a moderadamente pesada, peso específico (0.36 a 0.65 gr/cm³), moderadamente durable a durable. La plaga que mas la afecta es el gusano barrenador de las Meliáceas, posee alta resistencia al ataque de hongos e insectos como la polilla, susceptible al ataque del escarabajo de polvillo. Difícil de tratar, seca al aire con velocidad moderada.</p>
<p>2.2.5</p> <p>RAMÓN BLANCO <i>Brosimum Alicastrum</i> Swartz</p>	 <p>11 - <i>Brosimum Alicastrum Swartz</i></p>	<p>Alcanza de 20.00 a 45.00 metros de altura total y 0.40 a 1.50 metros de altura al pecho. Madera de textura fina a media, muy pesada (0.63 a 1.23 gr/cm³), poco resistente al ataque de hongos e insectos; se recomienda tratar y procesar inmediatamente después del corte, por inmersión para madera húmeda, baño caliente frío para madera seca y a presión en autoclave para productos de exportación. Las características en cuanto a textura y dureza de esta madera, la hace idónea para utilizarla para la fabricación y construcción de gradas, no así lo poco resistente al ataque hongos e insectos, se recomienda entonces someter esta madera algún tipo de tratamiento por alguno de los métodos que se recomiendan anteriormente.</p>
<p>2.2.6</p> <p>SAN JUAN <i>Vochysia guatemalensis</i></p>	 <p>12 - <i>Vochysia guatemalensis</i></p>	<p>Alcanza de 15 a 50 metros de altura y diámetros de 50 a 180 cm. Madera color blanco-amarillento claro a ligeramente rosado, superficie con brillo regular a intenso, lisa al tacto, grano recto a ligeramente entrecruzado, textura media a ligeramente gruesa y uniforme; clasificada de liviana. Peso específico 0.40 a 0.85 gr/cm³. Resistencia alta a hongos de pudrición y también al ataque de termitas, no resiste al ataque de taladradores marinos. Fácil de tratar por los sistemas de baño caliente-frío y vacío-presión. Se ca al aire un poco lento y presenta algunos defectos de secado (arqueaduras, grietas, decoloración, hendiduras superficiales)</p>


<p>2.2.7 SANTA MARÍA Calophyllum Brasiliense</p>	 <p style="text-align: center;"><i>13 - Calophyllum Brasiliense</i></p>	<p>Alcanza frecuentemente de 15.00 a 50.00 metros de altura y de 0.50 a 1.80 metros de diámetro a la altura del pecho. Madera de color rosado, rojo ladrillo o rojizo rico y marcado por franjas más finas y levemente más oscuras sobre las superficies planas aserradas, grano entrelazado con una franja amplia en las superficies cuarteadas, brillo ligero a mediano, textura media y uniforme. Se clasifica como pesada, con un peso específico de (0.45 a 0.75 gr/cm³), durable, resistente a hongos de pudrición e insectos y poco resistente a termitas y taladradores marinos. Es muy difícil de impregnar con productos preservantes bajo método vacío-presión. Fácil de trabajar con maquinaria y herramientas de carpintería, pero cuando la madera tiene bandas de color oscuro</p>
<p>2.2.8 CANXAN <i>Terminalia Amazonia</i> <i>Exell Ex Pulle</i></p>		<p>Alcanza de 25.00 a 70.00 metros de altura y 0.30 a 3.00 metros de diámetro al pecho. La Madera es de textura mediana y uniforme, moderadamente dura, pesada a muy pesada (0.52 a 1.10 gr/cm³), durable, de baja resistencia a termitas de madera seca. Difícil de preservar y levemente difícil de trabajar.</p>
<p>2.2.9 CIPRES <i>Cupressus Lusitancia</i> <i>(Miller)</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>14 - Cupressus Lusitancia (Miller)</i></p>	<p>Alcanza de 25 a 45 metros de altura con 100 a 200 cm. De diámetro de altura al pecho, fuste con tendencia a ser recto. La madera es de textura buena, compacta, elástica, moderadamente fuerte; liviana (0.32 a 0.50 gr/cm³), durabilidad baja. No resiste el ataque de hongos, insectos y termitas, fácil de trabajar pero difícil de preservar. La madera es blanca, de buena textura, compacta, moderadamente fuerte y mu durable.</p>
<p>2.2.10 CHICHIPATE <i>Sweetia Panamensis</i> <i>Benth</i></p>		<p>Alcanza de 20 a 40 metros de altura y diámetro de 90 a 100 cm. La madera es de color moreno y olivácea y es clasificada como extremadamente pesada, con un peso específico de (0.79 a 1.1 gr/cm³), durable al biodeterioro y resistente al ataque de insectos. Difícil de preservar por el método de vacío-presión.</p>



<p>2.2.11 MATILISGUATE <i>Tabebuia Rosea Bertol</i></p>	 <p><i>15 - Tabebuia Rosea Bertol</i></p>	<p>Alcanza de 20 a 30 metros de altura y diámetros de 50 a 100 cm., a la altura del pecho. Es atacada por hongos y estos inciden en cambios de color, pasando de coloración rosada a oscura cuando ya se han deteriorado, tiene muy buena resistencia al ataque de insectos. Moderadamente pesada a muy pesada (0.44 a 1.18 gr/cm³), moderadamente durable, fácil de preservar y de trabajar, seca fácilmente, no se tuerce ni raja.</p>
<p>2.2.12 CONACASTE <i>Enterolobium Cyclocarpum Jacquin</i></p>	 <p><i>16 - Enterolobium Cyclocarpum Jacquin</i></p>	<p>Alcanza de 6 a 50 metros de altura y 0.40 a 3.00 metros de diámetro a la altura del pecho. Madera de color marrón oscuro, grano recto con textura regular y muy aceitosa, madera pesada, dura y resistente a golpes. Se clasifica de liviana a medianamente liviana. Peso específico de (0.35 a 0.60 gr/cm³). Durable, tiene buena resistencia al ataque de insectos, moderadamente resistente al biodeterioro. Es muy resistente al agua y a los elementos, calor, sol, etc., tratable con productos preservantes. Se trabaja bien con herramientas manuales y máquinas pero el aserrín es irritante y puede causar alergias</p>
<p>2.2.13 VOLADOR <i>Terminalia Oblonga Steudel</i></p>		<p>Alcanza de 25 a 45 metros de altura y de 0.60 a 1.00 metros de diámetro a la altura del pecho. La madera es de textura mediana y uniforme, moderadamente pesada a muy pesada (0.65 a 1.00 gr/cm³), con duramen moderadamente durable a durable y resistente al ataque de termitas, moderadamente tratable con preservantes y bastante fácil de trabajar.</p>

<p>2.2.14 SANGRE (Llora Sangre) <i>Swartzia Cubensis</i> (Britt & Willson) Standl.</p>	 <p>17 - <i>Swartzia Cubensis</i> (Britt & Willson) Standl.</p>	<p>Alcanza mas de 12 metros de altura y diámetros de 0.50 a 1.50 cm. La Madera es de textura gruesa, extremadamente pesada (0.86 a 1.18 gr/cm³) se puede trabajar bien con maquinaria, aunque existe la posibilidad de aparecer problemas por hilo entrecruzado.</p>
<p>2.2.15 CENICERO <i>Pithecellobium Saman</i> Bentham.</p>	 <p>18 - <i>Pithecellobium Saman</i> Bentham.</p>	<p>Alcanza de 15.00 a 25.00 metros de altura, madera con hermoso claroscuro, diámetro entre 0.40 y 1.20 metros a la altura del pecho. La madera es de color morena clara hasta llegar a oscura; además es una madera compacta, pesada, fuerte, resistente y durable. La madera es dura, debido a que tiene acumulaciones de resina en las regiones cercanas al corazón. Madera clasificada de moderadamente pesada a pesada, peso específico (0.45 a 0.48 gr/cm³) (Aguilar Girón, 1966; CATIE, 1997; Carpio, 1992).</p>
<p>2.2.16 PINO CANDELILLO <i>Pinus Maximinoi</i>.</p>	 <p>19 - <i>Pinus Maximinoi</i>. Corteza</p>	<p>Alcanza de 20.00 a 50.00 metros de altura. La madera es moderadamente pesada de textura mediana, es muy susceptible a hongos que producen la mancha azul pero su duramen es moderadamente resistente a hongos de pudrición. Peo específico (0.41 a 0.76 g/cm³) (Aguilar Girón, 1966; CATIE, 1997; ESNACIFOR, 1988).</p>


<p>2.2.17 PINO TRISTE <i>Pinus Pseudostrobus</i> Lindl.</p>	 <p>20 - <i>Pinus Pseudostrobus</i> Lindl.</p>	<p>Alcanza de 15.00 a 45.00 metros de altura. La madera es de textura suave y poco resinosa, moderadamente pesada (0.49 a 0.66 gr/cm³) de madera fina. Susceptible al hongo que produce la mancha azul, al ataque de termitas, la resistencia al biodeterioro es baja.</p>
<p>2.2.18 PINO BLANCO, (Curtidor) <i>Pinus Ayacahuite</i> Ehrenberg</p>	 <p>21 - <i>Pinus Ayacahuite</i> Ehrenberg</p>	<p>Alcanza de 40.00 a 50.00 metros de altura. Susceptible al ataque de insectos (termitas y hongos de la mancha azul). La madera es liviana, de textura mediana a fina. Peso específico (0.53 a 0.68 gr/cm³) (Aguilar Girón, 1966), 0.37 (BENITEZ Y MONTESINO, 1988).</p>
<p>2.2.19 PALO BLANCO <i>Rosedendrom Donell</i> <i>Smitthii</i></p>	 <p>22 - <i>Rosedendrom Donell Smitthii</i> Trozas de Palo Blanco, cuadrada y descortezada</p>	<p>Alcanza de 20.00 a 35.00 metros de altura. Es de las llamadas, maderas claras. Es de color amarillo pálido o cremoso con líneas intercaladas de rojo, anaranjado y café. El grano puede ser recto, cruzado o en ondas. Cuando tiene el grano cruzado hace variaciones de espejismo al cambiar los ángulos de la luz. Es de mediana resistencia al doblez, la madera es suave, su peso y densidad son moderados. La madera es de textura media a gruesa y uniforme. Va de pesada a moderadamente liviana (0.45 a 0.65 gr/cm³). Es bastante resistente al biodeterioro y con buena resistencia al ataque de insectos y a la acción del sol, viento y lluvia. No resiste al ataque de la polilla. Es fácil de trabajar con máquinas y herramientas de carpintería, se le conoce como la caoba blanca.</p>

<p>2.2.20 ROBLE ACEITERO (ENCINO) <i>Quercus Oleoides</i> <i>Schlechtendal & Cham.</i></p>	 <p><i>23 - Quercus Oleoides</i> <i>Schlechtendal & Cham.</i></p>	<p>Alcanza de 15.00 a 30.00 metros de altura y 1.00 a 1.50 metros de diámetro a la altura del pecho. La madera es de textura mediana, extremadamente pesada (0.68 a 0.86 gr/cm³) dura. De alta resistencia al biodeterioro y al ataque de insectos. Difícil de preservar y trabajar.</p>
<p>2.2.21 ACITERO OCOTE BLANCO <i>Pinus Montezumae Lamb.</i></p>	 <p><i>24 - Pinus Montezumae Lamb.</i></p>	<p>Alcanza de 20.00 a 35.00 metros de altura. La madera es suave, pesada a muy pesada (0.50 a 0.76 gr/cm³).</p>
<p>2.2.22 ALISO <i>Alnus Acuminata H.B.K.</i></p>	 <p><i>25 - Alnus Acuminata H.B.K.</i></p>	<p>Alcanza de 10.00 a 40.00 metros de altura y de 0.20 a 1.50 metros de diámetro a la altura del pecho. La madera es de color rosado, medianamente lustrosa, sin olor o sabor, grano recto, textura fina y uniforme. La madera se clasifica como moderadamente liviana, su peso específico es de (0.36 a 0.42 gr/cm³). No es resistente a la pudrición ni a los insectos. Tiene excelentes propiedades para preservarla. El secado es rápido, fácil y sin defectos y fácil de trabajar.</p>

<p>2.2.23 MANCHICHE <i>Lonchocarpus Castilloi</i> Standl.</p>		<p>Alcanza de 30.00 a 40.00 metros de altura y de 0.40 a 1.00 de diámetro a la altura del pecho. La madera es de textura fina a mediana. Muy pesada (0.70 a 0.95 gr/cm³) dureza lateral alta a muy alta, resistente a la descomposición, muy resistente al ataque de hongos e insectos y difícil de trabajar.</p>
<p>2.2.24 PUCTE <i>Bucida Buceras l.</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>26 - Bucida Buceras l.</i></p>	<p>Alcanza de 30.00 a 40.00 metros de altura y diámetro de 1.50 a la altura del pecho. La madera es de textura moderadamente fina, muy dura y excesivamente pesada (0.78 a 1.00 gr/cm³) con resistencia a la descomposición, al ataque de termitas de la madera seca y en contacto con el suelo, pero susceptible a taladradores marinos y difícil de trabajar.</p>
<p>2.2.25 FRIJOLILLO (COLA COCHE) <i>Pithecellobium Arboreum</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>27 - Pithecellobium Arboreum L.</i></p>	<p>Alcanza 30.00 metros de altura y 1.00 metros de diámetro. Madera de color café claro, hilo recto, textura fina a mediana, brillo mediano y veteado suave; es clasificada como muy pesada, peso específico de (0.68 a 0.76 gr/cm³), es durable y resistente al ataque de insectos, moderadamente difícil de preservar por los sistemas de vacío-presión, el secado es lento y es dimensionalmente estable, fácil de trabajar con maquinaria y herramientas de carpintería y presenta un acabado fino y uniforme.</p>

<p>2.2.26 GUACHIPILÍN <i>Diphysa Americana (Mill.)</i> <i>M. Sousa</i></p>		<p>Alcanza una altura de 5.00 a 22.00 metros y de 0.30 a 0.50 metros de diámetro. La madera es de color amarillo verdoso a pardo rojizo, con apariencia aceitosa; clasificada como extremadamente pesada, peso específico de (0.90 a 1.00 gr/cm³) (CATIE, 1995; Aguilar, 1966; CATIE, 1999), considerada fácil de trabajar y muy durable, fácil de preservar.</p>
<p>2.2.27 TECA <i>Tectona Grandis</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>28 - Tectona Grandis</i></p>	<p>Alcanza hasta 40 metros de altura. Es una madera de gran finura y fácil de trabajar, de fibra sólida y densa, (0.46 a 0.58 gr/cm³). No es corrosiva y resiste a termitas y hongos. De color amarillento o dorado, aunque suele oscurecer mediante un tratamiento natural extraído también de él, aceite de teca, gracias a la impermeabilidad que proporciona su aceite (que se recomienda aplicar al menos dos veces al año para preservar el aspecto original de la madera) también resiste a la humedad sin requerir pintura ni barniz.</p>
<p>2.2.28 ZAPOTÓN <i>Pahira Aquatica Aublet</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>29 - Pahira Aquatica Aublet</i></p>	<p>Alcanza de 10.00 a 20.00 metros de altura y de 0.25 a 0.60 metros de diámetro a la altura del pecho. Se clasifica de muy liviana a liviana, peso específico de 0.15 a 0.40 gr/cm³ (Aguilar, 1996; Aguilar y Aguilar, 1992).</p>



<p>2.2.29 PINO DE LAS CUMBRES <i>Pinus rudis Endlicher</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>30 - Pinus rudis Endlicher</i></p>	<p>Alcanza de 8.00 a 28.00 metros de altura y diámetros de 0.60 a 0.75 cm, Peso específico 0.33 a 0.65 gr/cm³, moderadamente liviana a pesada y dura (Aguilar Girón, 1966). Altamente susceptible al ataque del Dendroctonus sp. Sus CARACTERÍSTICAS físicas son muy asociadas y regularmente se confunde con el Pinus Montesumae, Ayacahuite y otros pinos.</p>
--	--	---

Proyecto de Investigación Forestal, INAB - Base de Datos Forestales de Guatemala, Dataforg 4



2.3 CUADRO RESUMEN DE ESPECIES MADERABLES Y SU APLICACIÓN A LAS PIEZAS O COMPONENTES CONSTRUCTIVAS DE LA VIVIENDA



Cuadro No. 4

ESPECIES MADERABLES Y SU APLICACIÓN

NOMBRE COMÚN Y CIENTÍFICO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	USOS	
PINO COLORADO <i>Pinus Oocarpa Schiede</i>	Altura - De 14.00 a 45.00 metros	- Medio para de pasamanos - Listones, soportes de recubrimientos - Zócalos	
	Densidad - 0.51 a 0.55 gr/cm ³		
	Resistencia - Resistente a la pudrición blanca, café y termitas.		
	Susceptibilidad - Hongo de la mancha azul		
	PINO DE PETÉN <i>Pinus Caribea</i>	Altura - De 16.00 a 45.00 metros	- Medio para de pasamanos - Listones, soportes de recubrimientos - Zócalos
		Densidad - 50 lb/pie cúbico	
Resistencia - Termitas por su alto contenido de - Duramen, resistente a hongos de			
Susceptibilidad - Hongos de la mancha azul, acículas y gorgojos de la corteza			
CAOBA <i>Swietenia Humillis</i>		Altura - De 15.00 a 40.00 metros	- Puertas interiores o exteriores - Ventanas interiores o exteriores
		Densidad - 0.40 a 0.50 gr/cm ³	- Huella de gradas - Pisos
	Durabilidad natural - Hongos e insectos	- Puertas interiores o exteriores - Pasamanos	
	Resistencia - Productos preservantes - No se pudre - Altas temperaturas		
	Color - Café rojizo, oscurece con el tiempo		
	Clasificación - Muy pesada - Fuerte, dura y densa - Fácil de trabajar - Permeable		



CEDRO <i>Cedrela Odorata</i>	Altura	- Zócalos
	- De 12.00 a 60.00 metros	- Forros para acabados interiores
	Densidad	- Puertas Interiores
	- 0.36 a 0.65 gr/cm ³	- Pasamanos
	Resistencia	
	- Hongos	
	- Insectos como la polilla	
	Color	
	- Rojizo al estar recién cortada	
	Clasificación	
	- Moderadamente liviana a pesada	
	- El gusano barrenador es la plaga que mas la afecta	
	- Difícil de tratar	
	- Fácil de trabajar	
- Sostiene clavos, tornillos y pegamento		
- Durable		
RAMÓN BLANCO <i>Brosimum Alicastrum</i>	Altura	
	- De 20.00 a 45.00 metros	- Por las características que presenta en acabados finales y mediante un buen tratamiento, para interiores y exteriores
	Densidad	
	- 0.63 a 1.23 gr/cm ³	
	Resistencia	
	- Poco resistente al ataque de hongos	
	- Insectos	
	Clasificación	
	- Textura fina	
	- Muy pesada	
- Muy importante ser tratada		
SAN JUAN <i>Vochysia guatemalensis</i>	Altura	ELEMENTOS ESTRUCTURALES HORIZONTALES
	- De 15.00 a 50.00 metros	- Soleras
	Densidad	- Duelas para forros exteriores
	- 0.40 a 0.85 gr/cm ³	- Cabecero
	Resistencia	- Pisos
	- Hongos de pudrición	- Vigas y viguetas
	- Termitas	- Tijeras
	Color	
	- Blanco amarillento	
	- Ligeramente rosada	
	Clasificación	
	- Lisa al Tacto	
	- Grano recto	
	- Textura gruesa	
	- Brillo regular e intenso	
	- Liviana	
	- Fácil de tratar	



SANTA MARÍA <i>Calophyllum Brasiliense</i>	Altura	ELEMENTOS ESTRUCTURALES VERTICALES
	- De 15.00 a 50.00 metros	- Pie Derechos
	Densidad	- Rigidizantes
	- 0.45 a 0.75 gr/cm ³	- Montantes para vanos de puertas y ventanas
	Resistencia	- Viga Patín
	- Hongos de pudrición	- Riostra o diagonal
	- Insectos	- Huella de gradas
	- Poco resistente a termitas	
	- Difícil de impregnar con productos	
	Color	
	- Rosado	
	- Rojo ladrillo	
	- Rojizo rico	
	Clasificación	
	- Marcada por franjas finas y	
	- Grano entrelazado	
- Brillo ligero		
- Textura fina		
- Fácil de tratar		
CANXAN <i>Terminalia Amazonia</i>	Altura	ELEMENTOS ESTRUCTURALES HORIZONTALES
	- De 25.00 a 70.00 metros	- Vigas y viguetas
	Densidad	- Tijeras
	- 0.52 a 1.10 gr/cm ³	- Cargadores o elementos auxiliares
	Resistencia	- Faldón de gradas
	- Baja resistencia a termitas de	
	Clasificación	
	- Textura mediana y uniforme	
	- Moderadamente dura	
	- Pesada	
	- Durable	
- Levemente difícil de trabajar		
- Difícil de preservar		
CIPRES <i>Cupressus Lusitancia</i>	Altura	
	- De 25.00 a 45.00 metros	
	Densidad	- Listones, soportes de recubrimientos
	- 0.32 a 0.50 gr/cm ³	- Forros para acabados interiores
	Resistencia	Nota:
	- A hongos	Por ser una especie maderable con alta
	- Insectos	susceptibilidad a los insectos y termitas, se
	- Termitas	recomienda tratarla mediante algún método,
	- Preservantes	previo su uso.
	Color	
	- Blanca	
Clasificación		
- Textura buena, compacta y elástica		
- Moderadamente fuerte		
- Liviana		
- Fácil de trabajar		



CHICHIPATE	Altura	ELEMENTOS ESTRUCTURALES HORIZONTALES
<i>Sweetia Panamensis Benth.</i>	- De 20.00 a 40.00 metros	- Pie Derechos
	Densidad	- Rigidizantes
	- 0.79 a 1.10 gr/cm ³	- Montantes para vanos de puertas y ventanas
	Resistencia	- Viga Patín
	- Insectos	- Riostra o diagonal
	Color	- Gradas
	- Morena y olivácea	- Pisos
	Clasificación	- Piezas auxiliares (cargadores)
	- Durable al biodeterioro	- Soleras
	- Extremadamente pesada	
	- Difícil de preservar por método de vacío presión	
MATILISGUATE	Altura	ELEMENTOS ESTRUCTURALES VERTICALES
<i>Tabebuia Rosea Bertol</i>	- De 20.00 a 30.00 metros	- Pie Derechos
	Densidad	- Rigidizantes
	- 0.44 a 1.18 gr/cm ³	- Montantes para vanos de puertas y ventanas
	Resistencia	- Viga Patín
	- Es atacada por hongos que afectan su color, pasando de color rosado a	- Riostra o diagonal
	- Buena resistencia al ataque de insectos	- Pasamanos
	Clasificación	- Elementos torneados
	- De pesada a muy pesada	
	- Moderadamente durable	
	- Fácil de preservar	
	- Fácil de trabajar	
	- Seca fácilmente	
	- No se tuerce ni raja	
CONACASTE	Altura	ELEMENTOS ESTRUCTURALES VERTICALES
<i>Enterolobium</i> <i>Cyclocarpum Jacquin</i>	- De 6.00 a 50.00 metros	- Soleras
	Densidad	- Duelas para forros exteriores
	- 0.35 a 0.60 gr/cm ³	- Cabecero
	Resistencia	- Entrepisos
	- Buena resistencia al ataque de insectos	- Huella de gradas
	- Moderadamente resistente al biodeterioro, calor, sol, etc.	- Pasamanos
	Color	- Zócalos
	- Marrón oscuro	
	Clasificación	
	- Grano recto	
	- Textura regular	
	- Aceitosa	
	- Pesada y dura	
	- Resistente a golpes	
	- Medianamente liviana	
	- Tratable con productos preservantes	
	- El aserrín es irritante	



VOLADOR <i>Terminalia Oblonga</i>	Altura	- Soleras
	- De 25.00 a 45.00 metros	- Cabecero
	Densidad	- Pisos
	- 0.65 a 1.00 gr/cm ³	- Huella de gradas
		- Pasamanos
	Resistencia	- Zócalos
	- Al ataque de termitas	- Vigas y viguetas
	- No resiste a los hongos	- Tijeras
		- Cargadores o elementos auxiliares
	Clasificación	
	- Textura mediana y uniforme	
- Moderadamente pesada		
- Tratable con productos preservantes		
- Fácil de trabajar		
SANGRE (Llora Sangre) <i>Swartzia Cubensis</i>	Altura	Nota:
	- Mas de 12.00 metros	- Por las características que presenta esta especie maderable, fácilmente se puede confundir con la CAOBA (Swietenia Humillis), a la vez hay que saber que por su densidad, textura, peso, etc. También se puede utilizar para las mismas aplicaciones.
	Densidad	
	- 0.86 a 1.18 gr/cm ³	
	Clasificación	
- De textura gruesa	- Puertas, pisos, zócalos, pie derechos, pasamanos, ventanas, etc.	
- Extremadamente pesada		
- Se deja trabajar con maquinaria, con posibilidad de aparecer hilo		
CENICERO <i>Pithecellobium Saman Bentham</i>	Altura	- Pisos
	- De 15.00 a 25.00 metros	- Zócalos
	Densidad	- Acabados interiores
	- 0.45 a 0.48 gr/cm ³	- Duelas para forros exteriores
		- Huella de gradas
	Color	- Pisos
	- Marrón claro con lustre dorado	- Puertas
		- Pasamanos
	Clasificación	
	- Madera compacta	
	- Pesada	
- Fuerte, durable y resistente.		
- Dura por sus acumulaciones de resina		
PINO CANDELILLO <i>Pinus Maximinoi</i>	Altura	- Listones, soportes de recubrimientos
	- De 20.00 a 50.00 metros	- Medio paral de pasamanos
	Densidad	Nota:
	- 0.41 a 0.76 gr/cm ³	Para cualquier aplicación que se le de a esta especie, es recomendable tratarla previamente.
	Resistencia	
	- Susceptible a hongos que producen la mancha azul, resistente a hongos de pudrición.	
Clasificación		
- Moderadamente pesada		



PINO TRISTE <i>Pinus Pseudostrobus</i> Lindl	Altura	- Listones, soportes de recubrimientos
	- De 15.00 a 45.00 metros	- Puertas interiores
	Densidad	- Zócalos
	- 0.49 a 0.66 gr/cm ³	- Rigidizantes
	Resistencia	- Medio paral de pasamanos
	- Susceptible a hongos que producen la mancha azul y ataque de termitas	
	- Baja resistencia al biodeterioro	
	Clasificación	
	- De textura suave	
	- Poco resinosa	
- Pesada		
- Fina		
PINO BLANCO <i>Pinus Ayacahuite</i>	Altura	- Listones, soportes de recubrimientos
	- De 40.00 a 50.00 metros	
	Densidad	Nota:
	- 0.53 a 0.68 gr/cm ³	Para cualquier aplicación que se le de a esta especie, es recomendable tratarla
	Resistencia	
	- Suceptible al ataque de insectos,	
	- termitas y hongos de la mancha azul	
	Clasificación	
	- Liviana	
	- Textura mediana a fina	
PALO BLANCO <i>Rosedendrom Donell</i> Smitthii	Altura	- Acabados interiores
	- De 20.00 a 35.00 metros	- Zócalos
	Densidad	- Gradas
	- 0.45 a 0.65 gr/cm ³	- Pasamanos
		- Puertas
	Resistencia	- Medio paral de pasamanos
	- Resistente al biodeterioro	- Recubrimientos interiores
	- Buena resistencia al ataque de insectos y a la acción del sol, viento	
	Color	
	- Amarillo claro, pálido o cremoso con líneas intercaladas de rojo,	
	Clasificación	
	- Grano recto, cruzado o en ondas	
	- Suave	
	- Peso y densidad, moderados	
	- Textura media a gruesa	
	- Fácil de trabajar	
- Conocida como Caoba blanca		



ROBLE ACEITERO <i>Quercus Oleoides</i> <i>Schlechtendal & Cham.</i>	Altura	- Soleras
	- De 15.00 a 30.00 metros	- Duelas para forros exteriores
	Densidad	- Cabecero
	- 0.68 a 0.86 gr/cm ³	- Pisos
	Resistencia	- Pasamanos
	- Alta resistencia al biodeterioro y al ataque de insectos	- Zócalos
	- Preservantes	- Cargadores o elementos auxiliares
	Color	- Puertas
	- Acre y rojo amarillento	
	Clasificación	
	- Textura mediana	
- Extremadamente pesada		
- Difícil trabajar		
ACEITERO OCOTE <i>Pinus Montezumae</i>	Altura	- Soleras
	- De 20.00 a 35.00 metros	- Zócalos
	Densidad	- Machimbres para piso
	- 0.50 a 0.76 gr/cm ³	- Machimbres para forros interiores
	Clasificación	- Pisos
- Suave		
- Muy pesada		
ALISO <i>Alnus Acuminata H.B.K.</i>	Altura	- Zócalos
	- De 10.00 a 40.00 metros	- Puertas
	Densidad	- Pasamanos
	- 0.36 a 0.42 gr/cm ³	- Medio par de pasamanos
	Resistencia	
	- No resiste a la pudrición ni insectos	
	- Buenas propiedades para preservarla	
	Color	
	- Rosado, medianamente lustrosa	
	Clasificación	
	- Grano recto	
- Textura fina y uniforme		
- Moderadamente liviana		
- No tiene defectos		
- Fácil de trabajar		
MANCHICHE <i>Lonchocarpus Castilloi</i> <i>Standl</i>	Altura	ELEMENTOS ESTRUCTURALES VERTICALES
	- De 30.00 a 40.00 metros	- Pie Derechos
	Densidad	- Rigidizantes
	- 0.70 a 0.95 gr/cm ³	- Montantes para vanos de puertas y ventanas
	Resistencia	- Viga Patín
	- A la descomposición	- Riostra o diagonal
	- Al ataque de hongos e insectos	- Gradadas
	Clasificación	- Duelas para forros exteriores
	- Textura fina	- Pisos
	- Muy pesada	- Soleras
	- Difícil de trabajar	



PUCTE <i>Bucida Buceras l</i>	Altura	ELEMENTOS ESTRUCTURALES VERTICALES
	- De 30.00 a 40.00 metros	- Pie Derechos
	Densidad	- Rigidizantes
	- 0.78 a 1.00 gr/cm ³	- Montantes para vanos de puertas y ventanas
	Resistencia	- Viga Patín
	- A la descomposición	- Riostra o diagonal
	- Al ataque de termitas de la madera s	- Gradas
	- Susceptible a taladradores marinos	- Machimbres para piso
	Clasificación	- Soleras
	- Moderadamente fina	- Vigas
- Dura	- Columnas	
- Excesivamente pesada		
- Fácil de trabajar		
FRIJOLILLO (Cola Coche) <i>Pithecellobium Arboreum</i>	Altura	ELEMENTOS ESTRUCTURALES VERTICALES
	- Hasta 30.00 metros	- Rigidizantes
	Densidad	- Montantes para vanos de puertas y ventanas
	- 0.68 a 076 gr/cm ³	- Viga Patín
		- Riostra o diagonal
	Resistencia	- Huella de gradas
	- Al ataque de insectos	- Machimbres para piso
	- Difícil de preservar por los sistemas de vacío - presión	- Pisos
		- Gradas
	Color	- Pasamanos
	- Café claro, brillo mediano, veteado	- Forros exteriores
	Clasificación	
	- Hilo recto	
	- Textura fina	
	- Pesada	
	- Durable	
- Secado lento		
- Fácil de trabajar		
- Presenta acabado fino y uniforme		
ANONILLO <i>Guatteria Anomala R.E.</i> <i>Fries</i>	Altura	
	- Hasta 60.00 metros	
GUACHIPILÍN <i>Diphysa Americana (Mill.)</i> <i>M. Sousa</i>	Altura	ELEMENTOS ESTRUCTURALES VERTICALES
	- De 5.00 a 22.00 metros	- Pie Derechos
	Densidad	- Rigidizantes
	- 0.90 a 1.00 gr/cm ³	- Montantes para vanos de puertas y ventanas
		- Viga Patín
	Color	- Riostra o diagonal
	- Amarillo verdoso a pardo rojizo	- Gradas
	Clasificación	- Pisos
	- Extremadamente pesada	- Soleras
	- Fácil de trabajar	- Puertas
- Fácil de preservar		
- Durable		



TECA <i>Tectona Grandis</i>	Altura	- Duelas para forros exteriores
	- Hasta 40.00 metros	- Zócalos
	Densidad	- Rigidizantes
	- 0.46 a 0.58 gr/cm ³	- Puertas
	Resistencia	- Pasamanos
	- Termitas	- Pisos
	- Hongos	- Gradas
	- Humedad	- Soleras
	Color	
	- Amarillento o dorado	
	Clasificación	
	- Fácil de trabajar	
- Fibra sólida y densa		
ZAPOTÓN <i>Paira Aquatica Ablet</i>	Altura	- Listones, soportes de recubrimientos
	- De 10.00 a 20.00 metros	- Puertas
Densidad	- Pasamanos	
- 0.15 a 0.40 gr/cm ³		
Clasificación		
- Liviana		
PINO DE LAS CUMBRES <i>Pinus rudis Endlicher</i>	Altura	- Listones, soportes de recubrimientos
	- De 8.00 a 28.00 metros	- Pasamanos
Densidad		
- 0.33 a 0.65 gr/cm ³		Nota:
Resistencia		Para cualquier aplicación que se le de a esta especie, es recomendable tratarla
- Altamente susceptible al ataque del Dendroctonus sp.		
Clasificación		
- Liviana		
- Dura		
- Por sus características, fácilmente se confunde con el pinos Montezumae, Ayacahuite y otros		

Data Forg 4, INAB y CII, Centro de Investigaciones de Ingeniería - USAC



2.4 DIRECCIONES USUALES DE LA ORIENTACIÓN DE LA FIBRA EN MADERA

Independientemente de la especie, la madera puede ser considerada como un material biológico, anisotrópico e higroscópico.

Es un material biológico, ya que está compuesto principalmente por moléculas de celulosa y lignina. Siendo madera elaborada, puede ser biodegradada por el ataque de hongos e insectos taladradores, como son las termitas.

Por ello, a diferencia de otros materiales inorgánicos (ladrillo, acero y hormigón, entre otros), la madera debe tener una serie de consideraciones de orden técnico que garanticen su durabilidad en el tiempo.

La madera es un material anisotrópico. Según sea el plano o dirección que se considere respecto a la dirección longitudinal de sus fibras y anillos de crecimiento, el comportamiento tanto físico como mecánico del material, presenta resultados dispares y diferenciados. Para tener una idea de cómo se comporta, la madera resiste entre 20 y 200 veces más en el sentido del eje del árbol, que en el sentido transversal.

Debido a este comportamiento estructural tan desigual, se ha hecho necesario establecer:²¹

- Eje tangencial
- Eje radial y
- Eje axial o longitudinal

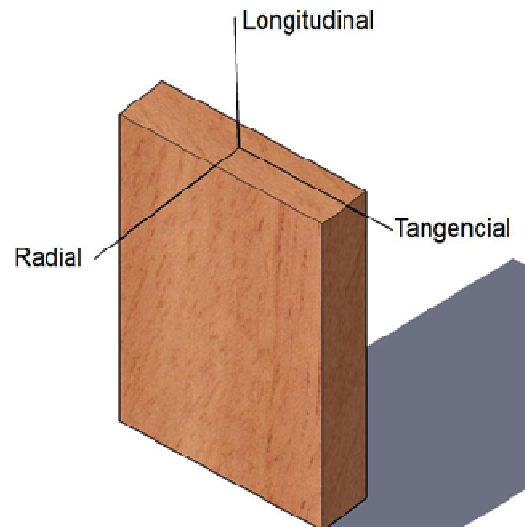
En la Figura 31 se puede observar que la dirección radial y tangencial, son perpendiculares a la fibra.²²

²¹ Manual, Construcciones de Viviendas en Madera, CORMA

²² Manual de diseño, Pura Madera del Grupo Andino

Figura 31

ORIENTACIÓN DE LA FIBRA EN LA MADERA



Manual de Construcciones de Viviendas en Madera, CORMA

2.4.1 Direcciones ortogonales de la Madera²³

En la práctica se consideran dos direcciones ortogonales:

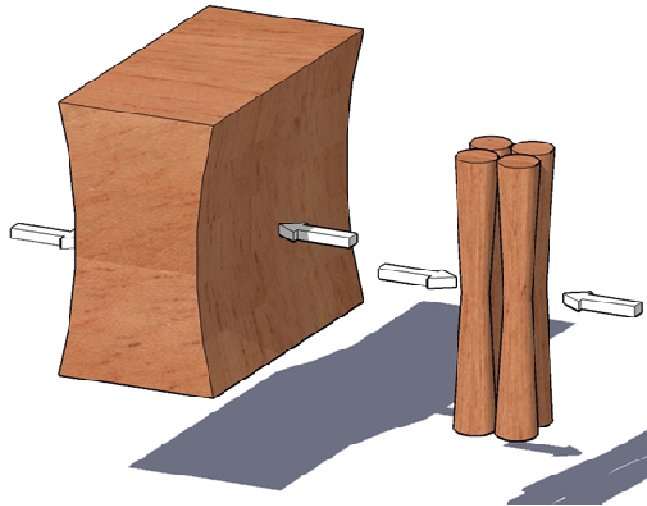
- La longitudinal o paralela a la fibra.
- La transversal o perpendicular a la fibra.

2.4.2 Compresión perpendicular a la fibra

Bajo este tipo de carga las fibras se someten a un esfuerzo perpendicular a su eje, por lo que la pieza se va comprimiendo y en consecuencia sufre una disminución en sus dimensiones bajo esfuerzos altos. En la Figura 32, se observa como la madera se comporta a manera de conjunto de tubos o cilindros alargados (que semejan fibras), y que sufren una presión perpendicular. En la práctica la madera se somete a este esfuerzo cuando se utiliza en forma de soleras o durmientes

²³ Uso de La Madera en la Construcción, Propuesta de Construcción de Edificios Educativos Rurales.

Figura 32
COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA

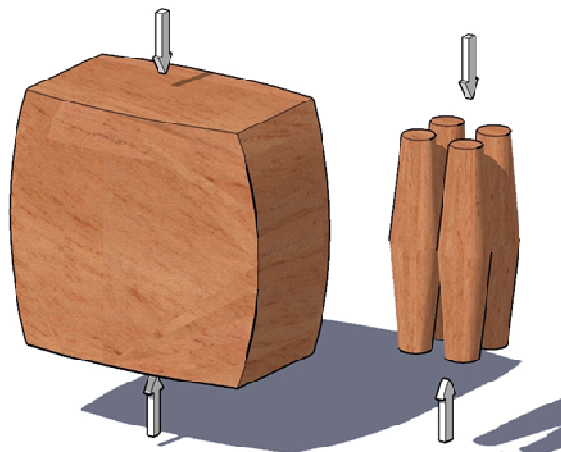


Manual de Construcciones de Viviendas en Madera, CORMA

2.4.3 Compresión paralela a la fibra

En la Figura 33 Es la resistencia de la madera a una carga en dirección paralela a las fibras, la que se realiza en columnas cortas para determinar la tensión de rotura, tensión en el límite de proporcionalidad y módulo de elasticidad.

Figura 33
COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA



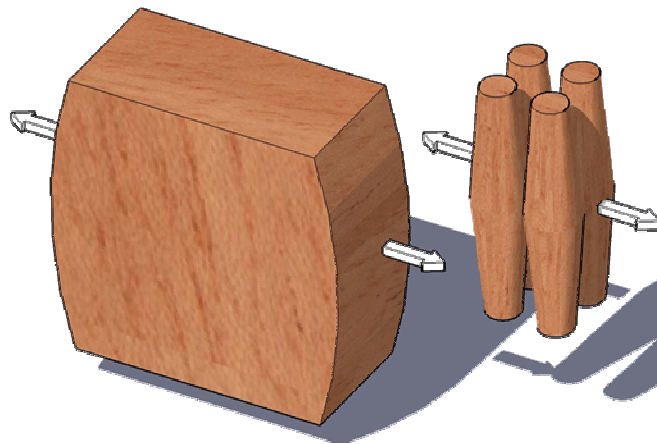
Manual de Construcciones de Viviendas en Madera, CORMA

2.4.4 Tracción perpendicular

La capacidad de resistencia de la madera a esta propiedad, es asumida por la lignina, la cual tiene la función de cementante entre las fibras. La madera tiene menor resistencia a este tipo de esfuerzo. En la Figura 34, se puede observar el comportamiento de la madera bajo este esfuerzo. Esta característica es importante en piezas que serán utilizadas en soportes de gradas y marcos de puertas.

Figura 34

TRACCIÓN PERPENDICULAR



Manual de Construcciones de Viviendas en Madera, CORMA

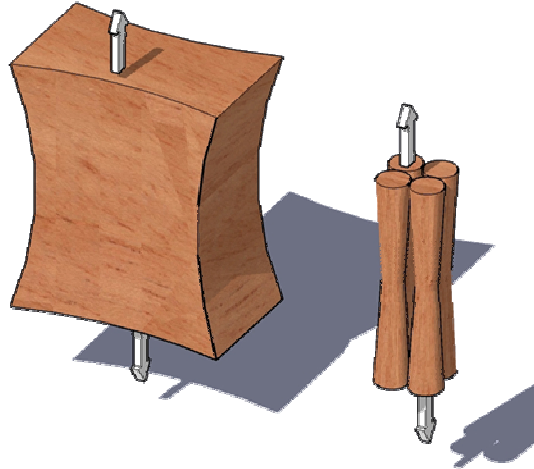
2.4.5 Tracción paralela a la fibra

La madera, tiene gran resistencia a esta propiedad, ya que las uniones longitudinales entre las fibras son de 30 a 40 veces más resistentes que las uniones transversales.

En la Figura 35 se observa el comportamiento de la madera ante este esfuerzo. Los defectos de la madera tienen influencia negativa ante esta propiedad, por lo que debe tenerse en consideración, característica importante en piezas utilizadas en la elaboración de estructuras de techos (Tijeras), vigas y viguetas.

Figura 35

TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA



Manual de Construcciones de Viviendas en Madera, CORMA

2.4.6 Corte o cizallamiento

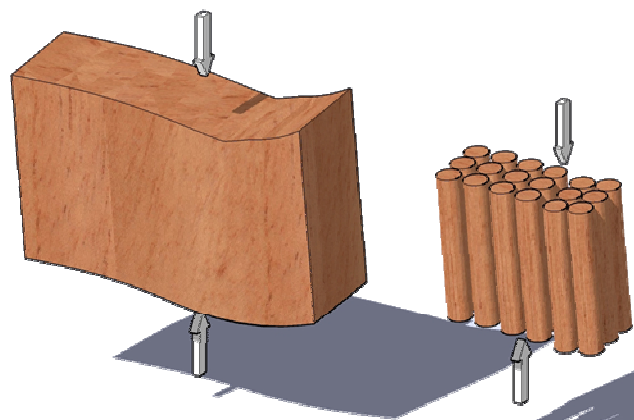
Como la madera no es homogénea y sus fibras por lo general están orientadas con el eje longitudinal o paralelas a las fibras, se presentan dos tipos de corte:

2.4.7 Corte paralelo a la fibra

En la Figura 36 muestra el comportamiento de la estructura interna de la madera, ante y este tipo de corte. El esfuerzo es resistido por la lignina.

Figura 36

CORTE PARALELO A LA FIBRA



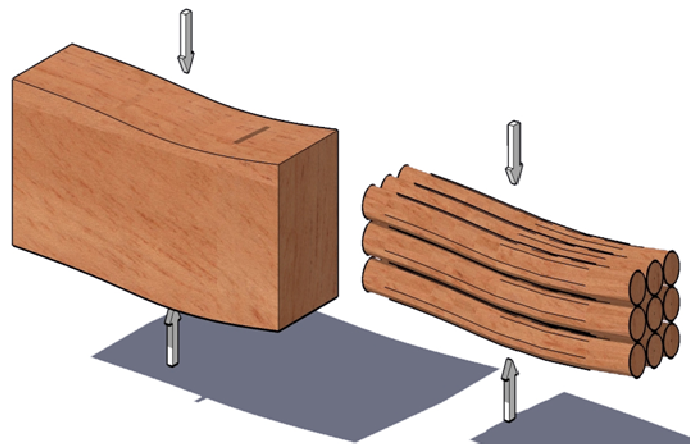
Manual de Construcciones de Viviendas en Madera, CORMA

2.4.8 Corte perpendicular a la fibra

En la Figura 37 se observa como las fibras son las que aumentan la resistencia al corte. La madera es más resistente ante este tipo de corte perpendicular que al corte paralelo.

Figura 37

CORTE PERPENDICULAR A LA FIBRA



Manual de Construcciones de Viviendas en Madera, CORMA

Tanto el corte paralelo como perpendicular es una característica importante en piezas que serán utilizadas como rigidizantes, breizas, riostras, etc.

2.5 CONDICIONES DE LA MADERA PARA EXTERIOR

Cuando la madera es expuesta para estructuras en exterior se debe de tener en cuenta varios aspectos importantes para su mejor manejo, adaptabilidad al clima y duración o prolongación de la vida misma de la madera.

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 de estos agentes. Precisamente, la preservación de la madera tiene por objeto modificar la constitución química de la madera, haciéndola no apetecible para estos organismos. Esto se lleva a cabo aplicando productos conocidos como preservadores de la misma.



2.6 LA MADERA COMO MATERIAL CONSTRUCTIVO

La madera es, tal vez, el material de construcción más antiguo que se conoce. Sus cualidades resistentes, su manejabilidad y su adaptabilidad la hacen apta para múltiples usos. La fuerte competencia que las construcciones de madera deben sostener hoy con las metálicas o de concreto armado, impone a éste material, un aprovechamiento integral de sus propiedades físicas y mecánicas, y la eliminación de todos aquellos factores que influyen en su conservación y duración.

La técnica moderna evita en lo posible el empleo de miembros macizos de madera, reduciendo así, al mismo tiempo, el peso de las estructuras y el peligro de las Figuras; confiere a las maderas con la racional disposición y unión de pequeños elementos o de láminas delgadas, propiedades elásticas uniformes de todas las direcciones; composición de los miembros a fin de aprovechar a la resistencia del material. Se vale de medios de unión de gran eficacia para garantizar una perfecta continuidad del material, y somete las maderas a tratamientos preventivos que pueden asegurar una perfecta continuidad del material, conservación y una resistencia casi absoluta frente a todos los agentes destructores y aún ante el fuego.

De tal modo, las estructuras de madera, tomando como modelo las secciones correspondientes a las metálicas, emplean formas constructivas que mediante un limitado uso del material permita alcanzar elevados módulos de resistencia.

El comportamiento de la madera es singular, depende de la orientación de la fibra y de la estructura celular de la madera. Este es lineal, dentro de la amplitud de la variación de los esfuerzos útiles. La madera no es dúctil, pero tiene una capacidad para absorber la energía que producen las cargas; el módulo de elasticidad de la madera varía con las diferentes especies.

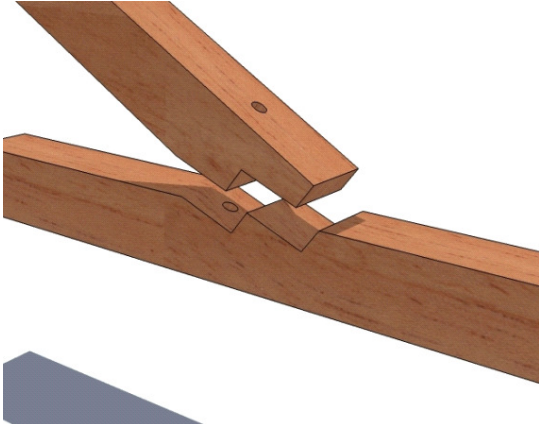
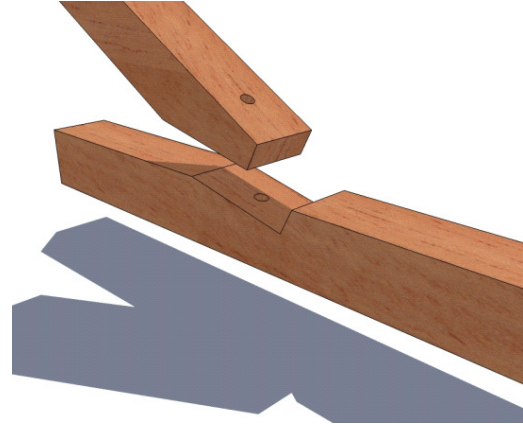
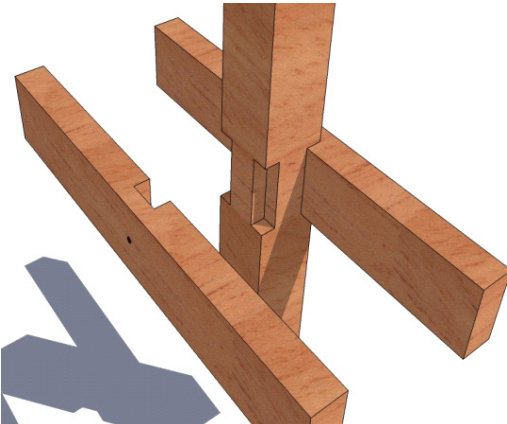
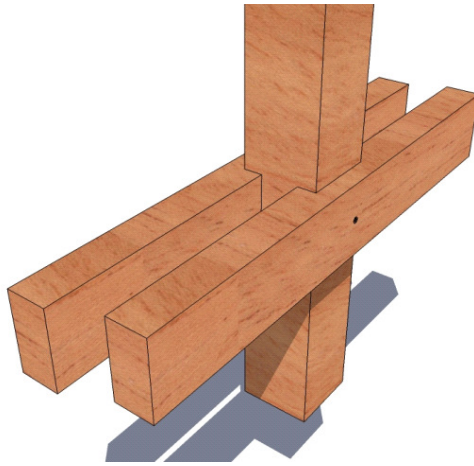
Posee una elevada relación resistencia-peso. Se labra con facilidad y debido a la tecnología moderna de los pegamentos, pueden fabricarse miembros de madera de forma y tamaño ilimitados. La madera no pierde resistencia cuando se calienta y con frecuencia los miembros grandes de madera presentan mayor resistencia al fuego. Cuando el proyecto se realiza en madera deben de tomarse en cuenta los problemas asociados con su estructura filiforme (hilos). La resistencia al cortante a lo largo del hilo es baja, lo mismo que su resistencia a la tensión en dirección transversal del mismo. El conocimiento completo de las ventajas y debilidades de la madera permiten proyectar con este material muchas estructuras hermosas y durables.

2.7 UNIONES O ENSAMBLES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION CON MADERA²⁴

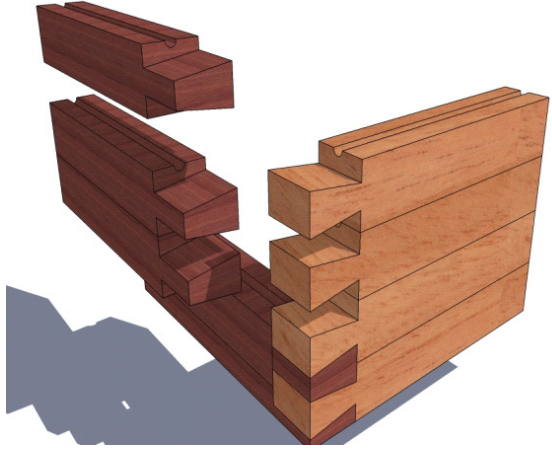
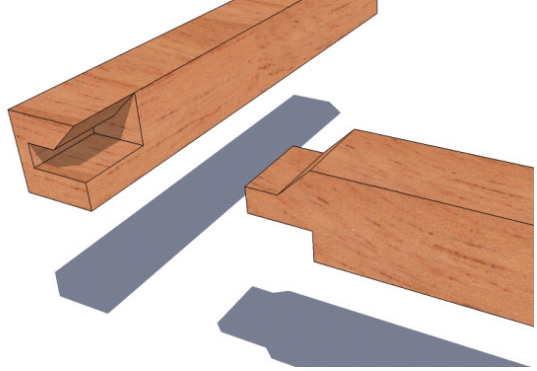
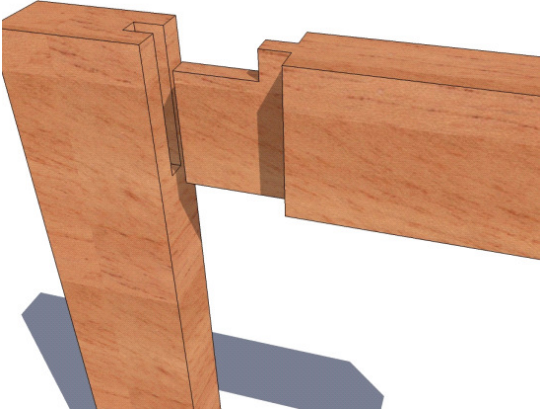
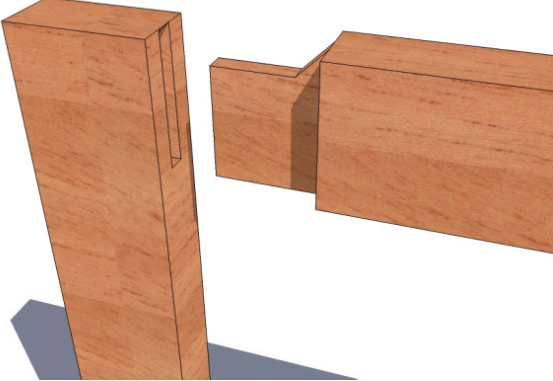
Trabajar en madera ha obligado al hombre a implementar diferentes tipos de uniones o ensambles en madera, a continuación se detallan algunos ejemplos gráficos frecuentemente utilizados en el medio de la carpintería.

Cuadro No. 5

UNIONES O ENSAMBLES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN CON MADERA

			
38	Embarbillado Doble	39	Embarbillado Simple
			
40	Ensamble en Cruz Corrido	41	Ensamble en Cruz

²⁴ Biblioteca Atrium de la Carpintería, 2

	
<p>42 Ensamble a Cola de Milano en Angulo</p>	<p>43 Espiga Reforzada en Angulo simple</p>
	
<p>44 Retalon de Ebanista</p>	<p>45 Retalon de ebanista con Angulo</p>

<p>46 Unión Esquina 1</p>	<p>47 Unión Esquina 2</p>
<p>48 Ensamble en Espiga Central</p>	<p>49 Ensamble a Cola de Milano y Espiga</p>

<p>50</p>	<p>Ensamble en angulo 1</p>	<p>51</p>	<p>Ensamble a Caja</p>
<p>52</p>	<p>Ensamble a Media Madera en Cepo</p>	<p>53</p>	<p>Ensamble a Media Madera en Cepo</p>

<p>54 Ensamble de Machimbre</p>	<p>55 Ensamble de Palma en Bisel</p>
<p>56 Ensamble en T</p>	<p>57 Ensamble en Ángulo con Espiga Oculta</p>

<p>58 Ensamble en "T" a Cola de Milano</p>	<p>59 Ensamble a Media Madera en "T" a Cola de Milano</p>
<p>60 Ensamble a cola de milano de Ranura</p>	<p>61 Ensamble a Media Madera y Media Cola de Milano</p>

<p>62 Ensamble a Cola de Milano Semioculta</p>	<p>63 Ensamble a cola de milano Semioculta</p>
<p>64 Empalme a media madera en píco de flauta - 1</p>	<p>65 Empalme a media madera en píco de flauta - 2</p>

<p>66 Junta plana ranurada y lengüeta</p>	<p>67 Ensamble a Cuatro de Madera</p>
<p>68 Empalme a Media Madera con Testa en Sesgo</p>	<p>69 Empalme a Media Madera</p>

<p>70 Ensamble de Palma Recta</p>	<p>71 Ensamble a Media Madera en Cruz</p>
<p>72 Ensamble de madera, Angulos Rectos + Cincho Metálico</p>	<p>73 Ensamble en Madera Redonda + Cincho Metálico</p>

<p>74 Retalón de Ebanista Simple</p>	<p>75 Ensamble de Palma Recresida</p>
<p>76 Ensamble + Cuña</p>	<p>77 Junta plana a Tope con Grapas</p>

Biblioteca Atrium de la Carpintería, 2

2.8 CLASIFICACIÓN DE LAS MADERAS UTILIZADAS EN ESTRUCTURAS

Entre las clases comunes usadas para construcciones en nuestro medio, desde el punto de vista económico, las maderas se distinguen por su empleo en:

1. Maderas para estructuras,
2. Para construcciones y
3. Para trabajos diversos.

Desde el punto de vista técnico sobre la base de su preparación o transformación primaria se clasifican en rollizos y en maderas escuadra.

2.8.1 Rollizos

La madera se emplea eficazmente en forma de rollizos, troncos y descortezados, generalmente para postes de líneas eléctricas y de telecomunicaciones e incluso para pilotes.

2.8.2 Madera a Escuadra

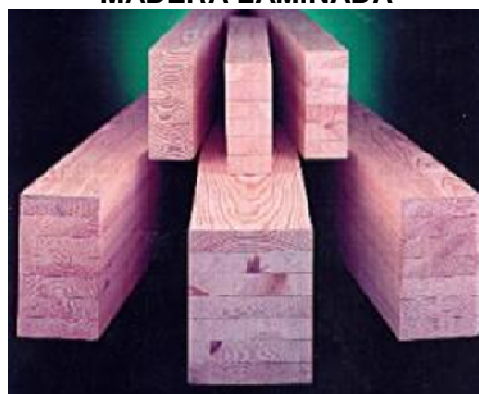
La mayoría de las maderas empleadas en construcción proceden de secciones escuadradas y aserradas en dimensiones comerciales. Hay varias maneras de cortar un tronco, es decir del ángulo que forman las caras de la pieza cortada con los anillos del crecimiento.

2.9 MADERA LAMINADA²⁵

A medida que se han ido agotando los árboles robustos en los bosques debido a la sobreexplotación o a que algunos países han prohibido su explotación y a que la sociedad ha ido demandando estructuras que soporten cargas y luces mayores, las secciones grandes que pueden extraerse de los bosques existentes son difíciles de obtener con maderas aserradas. El avance tecnológico en los pegantes ha permitido que la madera pueda unirse, tanto en los extremos como lateralmente; así se han desarrollado productos como la madera terciada, aglomerada, laminada.

Figura 78

MADERA LAMINADA



Conferencia, Feria de la Proveeduría,

²⁵ Conferencia Magistral, Introducción al uso de la Madera Estructural, conferencista Ingeniero Jesús Díaz, Feria de la Proveeduría, Guatemala marzo 2010



La madera laminada (*gluelam*) está constituida por láminas o duelas de espesor pequeño, de longitudes diversas, ensambladas mediante uniones múltiples pegadas unas a otras, para la obtención de elementos macizos de sección rectangular. Este sistema permite obtener elementos de características superiores a las maderas tradicionales, debido a la eliminación de defectos en las duelas. Por el proceso de fabricación, que no permite continuidad en la fibra, se obtienen elementos más estables dimensionalmente y con menores deformaciones. Es un material adecuado para conformar las estructuras de las cubiertas de espacios con grandes luces, más liviano y resistente que la madera original, con una relación resistencia a peso superior. Se puede trabajar en distintas formas, siendo las más usuales la viga, el arco triarticulado y los marcos; se pueden obtener elementos de cualquier longitud y sección.

La laminación permite la construcción de vigas con sección variable, que responden a la variación de los momentos y por ende de los esfuerzos, concentrando mayor cantidad de material en las zonas de tensión y compresión de la viga, dejando la zona intermedia de la sección con menor cantidad de material (más estrechas) o con maderas de menor calidad.

Aunque la Madera Laminada ofrece grandes ventajas sobre las maderas aserradas, tienen algunas desventajas asociadas a su uso. Puesto que el proceso de pegado requiere un control de calidad estricto y cierto grado de sofisticación tecnológica, es necesario contar con personal especializado e instalaciones que permitan una manufactura con buen control de calidad. Esto hace que las maderas laminadas sean en general más costosas que las maderas aserradas. Cuando se comparan las maderas comerciales de longitudes semejantes, la madera laminada no es competitiva económicamente frente a la madera aserrada. Sin embargo, la madera laminada ofrece a los diseñadores estructurales y arquitectos constructores una opción útil e importante para planear construcciones de madera de grandes dimensiones.

Aunque el costo es superior a los sistemas tradicionales, el peso reducido y la apariencia estética de los elementos la hacen más popular en auditorios o sitios de reunión, en los cuales las condiciones estéticas son importantes.

La madera laminada es considerada como uno de los materiales de mejor comportamiento y más seguros frente al fuego, en caso de incendio. Su resistencia al fuego es excelente, garantizando un tiempo suficiente para obtener la evacuación de bienes y vidas. Este tiempo es conocible desde el proyecto, por lo que puede predecirse su comportamiento.



Con otros materiales no es previsible el comportamiento del edificio frente al fuego. La formación de una costra de carbón de madera en la superficie de la madera, disminuye la conductividad térmica, protegiendo de la combustión al elemento de madera por un tiempo relativamente largo, manteniendo su estabilidad estructural.

Los elementos de materiales de alta conductividad, como el acero, aluminio, pierden rápidamente sus características estáticas, si no son protegidos suficientemente por costosas capas protectoras, en caso de aumentos de temperatura.

Cualquiera que sea el propósito estructural ó razón arquitectónica, han hecho del empleo de la madera un valioso material de construcción y actualmente ha alcanzado alto grado de tecnificación mediante la aplicación de unir pequeñas tablas para formar una sección grande y de mayor resistencia, generalmente el método consiste en unir tablas o láminas de 2.5 o 5.00 cm., colocando cada lámina en forma tal que las fibras de todas las laminas queden en la misma dirección. Es a este método que se le conoce como “Madera Laminada Pegada” o “Laminaciones de Madera Encolada”

Como ya se mencionó, se puede lograr con el empleo de Madera Laminada piezas de sección suficientemente grades como el diseño lo requiera, obteniéndose alta consistencia, estética y durabilidad lo cual no se podría lograr con el material original.

En Europa se han empleado extensamente tanto en vigas como en arcos y puentes también se ha popularizado su empleo en los Estados Unidos de Norte América.

La práctica de la Madera Laminada es hoy un importante proceso en la industria moderna y es utilizada en la manufacturación de muchos elementos estructurales, como ya se ha mencionado, pero su desarrollo ha ido más allá pues en la actualidad se producen Bates de Baseball, Raquetas, Barcos y hasta aeroplanos, por ser éste un material relativamente liviano y práctico.

2.9.1 Proceso de Fabricación

En el proceso de fabricación de miembros laminados son varios los aspectos a considerar, pero el primero de ellos es la selección de la madera que habrá de emplearse para el laminamiento.

“El proceso de fabricación en sí, consiste en unir por medio de pegamento las pequeñas piezas o laminaciones de 2” de espesor, hasta formar la sección deseada las cuales son secadas al horno”.²⁶

Es recomendable que la humedad en la madera no exceda de un 15% durante la etapa de fabricación sobre todo si se trabajan diseños curvos.

El fabricante de miembros laminados pegados debe contar con el equipo adecuado para mezclar y aplicar la goma para mantener la temperatura requerida y para aplicar la presión necesaria. Cada una de las láminas recibe adhesivo por sus dos lados, mediante dispositivos mecánicos para su aplicación.

“Cuando se trata de construir miembros curvos es necesario doblar las láminas sobre un molde, convenientemente la presión se aplica por medio de un tornillo de banco, gatos mecánicos o hidráulicos o algún otro dispositivo que sea adecuado”²⁷

Figura 79

MADERA LAMINADA EN VIGAS



Conferencia, Feria de la Proveeduría, Guatemala marzo 2010

Figura No. 80

DISEÑOS ESTRUCTURALES CON MADERA LAMINADA



Conferencia, Feria de la Proveeduría, Guatemala marzo 2010

²⁶ VILMER ABRAHAM MERIDA, Uso de la Madera Laminada Pegada como Material Estructural Ventajas de su Aplicación en Guatemala. Tesis Fac. de Ingeniería USAC, 1981.

²⁷ IBID, MERIDA Pág. No. 25



Para lograr la mayor eficiencia en la producción de Madera Laminada se recomienda el empleo nominal de 2” de grosor para partes rectas y 1.5” para curvas, cuando éstas se encuentran en medio de dos uniones, se emplea 1” de grosor, es de hacer notar que estas medidas son standard pero están sujetas a cambios de conformidad con los requerimientos específicos del diseño.

Generalmente, las laminaciones son de 2” de grosor por 3” de ancho y 2´ de largo, aunque según lo requiera el diseño.

2.9.2 Estructuras en Maderas Laminadas

A principios de 1970 nace en Europa sobre todo en Alemania y en el norte de España una serie de empresas con una extensa experiencia en el sector de las estructuras. La misión de esta incipiente ingeniería era la de responder a las necesidades técnicas de los arquitectos y constructoras con una gran calidad y flexibilidad. Para ello se decidió abarcar todo el proceso de diseño, fabricación, suministro y montaje de las estructuras, e incluso con la clara vocación de resolver los detalles técnicos a los estudios de arquitectura, estas empresas comenzaron a ofrecer diseño, suministro y montaje de cerramientos y cubiertas con materiales alternativos al hierro.

Pocos años después, el afán por la búsqueda de nuevas soluciones consigue localizar un producto novedoso para el mercado local y nacional, es la estructura de madera laminada.

Con ello, estas empresas asumen la responsabilidad y el riesgo de ser las primeras empresas instaladoras de estructuras de madera laminada. Es un gran salto cualitativo, porque de la estructura metálica salta a la de madera y el ámbito de comercialización pasa de ser de sus respectivas regiones a internacionalización del mercado.

Este nuevo producto tiene una característica diferenciadora de la estructura metálica convencional:

- La posibilidad de obtención de vigas de diferentes formas: curvas, triangulares, trapezoidales.
- La posibilidad de grandes luces con vigas de gran canto



- La estética de la madera al natural.
- Gran calidad de acabado superficial
- Gran resistencia a la humedad y al fuego.

La madera laminada tiene una buena acogida en aquellas instalaciones en las que la decoración tiene una gran importancia, puesto que es un gran producto de gran estética por la calidad visual y por las formas redondeadas que puede adoptar.

Por ello es fácilmente localizable en instalaciones de todo tipo: piscinas, frontones de pelota, polideportivos, centros comerciales, pasarelas.

Fruto de la comercialización e instalación de este tipo de estructuras y cubiertas de madera, estas empresas consiguen un alto prestigio en todo el mercado internacional.

Agregado a la tecnología de este producto, el valor añadido alcanza unos valores que a los productores de madera les resulta súper interesante las inversiones en este campo novedoso.

2.9.3 Selección de Maderas para Laminar

Casi todas las distintas clases de madera pueden ser utilizadas para el proceso de laminación pero hay varias clases que tienden a ser más apropiadas que otras. Para laminados grandes se recomienda el uso de maderas suaves (Pino) es de peso liviano pero muy resistente.

Como en todos los proyectos de madera hay que asegurarse que la madera seleccionada llene todas las características para el trabajo.

De la variación de especies dependerá en gran parte los buenos o malos resultados en su pegado y de acuerdo al tipo de madera deberán tomarse las consideraciones necesarias. Maderas suaves y maderas duras son igualmente aceptadas para la fabricación de laminados estructurales y la selección de especies para aplicaciones en particular dependerá de factores como costo, disponibilidad bajo cambios y condiciones ambientales variables.



Es particularmente importante en la fabricación de miembros laminados, asegurarse que cada laminación individual tenga uniformidad de grosor puesto que los métodos usados en el pegado a presión no permite el empleo de presiones muy fuertes y cualquier variación en cuanto a grosor puede dar como resultado el apareamiento de líneas gruesas de pegamento lo que tiende a proporcionar una resistencia pobre.

Como ya se mencionó la selección de la madera es de gran importancia y ninguna pieza con defectos (picaduras, rajaduras y nudos) deberá ser usada, pues tenderá tornearse quebradizo.

Las laminaciones deberán ser tratadas por humedad a un valor de 20% es lo recomendable para tener una adhesión satisfactoria.

2.9.4 Clasificación de Maderas para Laminar

Un estudio de productos laminados revela que por lo general un 90% de las especies de maderas pueden ser utilizadas para laminaciones, se ha hecho la siguiente clasificación: Maderas Suaves y Maderas Duras.

2.9.5 Madera Laminada Suave

Debido a la gran demanda de estructuras laminadas la industria utiliza grandes cantidades de maderas suaves, sobre todo para dobleces grandes, porque pueden ser obtenidas en grandes cantidades y calidades y a buen precio.

2.9.6 Madera Laminada Dura

La madera laminada dura es bastante popular sobre todo cuando se requieren estructuras que serán sometidas a un desgaste severo y de formas agradecidas, se encuentran disponibles en grandes cantidades en el mercado.

2.9.7 Engomamiento

El proceso de fabricar formas laminadas es esencialmente un proceso de engollamiento, y el método más usado dependerá en su mayoría del tipo de goma a emplearse, también influirán otros factores tales como la cantidad de producción requerida, costo, etc.



En cualquiera de los métodos que se elijan para la fabricación, se pueden emplear láminas de superficies planas, ya sea para usarlas directamente de esta forma o para dobleces, pero es de vital importancia el tipo y calidad de pegamento seleccionado.

2.9.8 Grosor de Laminaciones

En la fabricación de miembros laminados curvos el grosor de las laminaciones deberá obviamente haber sido estudiado con anterioridad, sobre todo el aspecto de radiación de curvatura, así las piezas serán dobladas sin sufrir daños.

Si el material es grueso el costo de producción será menor y será la pérdida en el corte pero tendiendo a esto se incrementará el costo del secado se presentarán dificultades mecánicas en la operación de doblaje.

En general maderas duras pueden ser dobladas en pequeñas radiaciones de curvatura al contrario de las maderas suaves y laminaciones con nudos u otros defectos, observando estas recomendaciones una de cada 20 laminaciones se fracturará durante la operación de doblaje.

A parte de cualquier limitación en cuanto a consideraciones radiales, el grosor de las laminaciones es generalmente restringido a 2" a causa principalmente de la dificultad en el doblaje y el secado. En adicción el efecto de la goma aplicada en la madera darán como resultado un aumento en el contenido de humedad de la misma, se presentarán variaciones más severas en este aspecto si se emplean laminaciones gruesas.

Relativamente hay muy poca información en cuanto a la radiación de curvatura a la cual laminaciones de diferentes especies y tamaños estructurales pueden ser dobladas. En cualquier miembro curvo la radiación de curvatura de la concavidad interior será inferior que la radiación aplicada en el exterior de la laminación.

Debe tomarse nota que para secciones de 1/8" de pulgada (3.2) de grosor o menos, la radiación de curvatura a las que pueden ser sometidos los dobleces debe ser previamente estudiada con modelos de laboratorio para evitar que no más de un 5% del número total de piezas dobladas sufran fracturas durante los distintos procesos de fabricación. Pues aplicando correctamente los radios de curvatura ayudarán a producir Madera Laminada de buena calidad.





CAPITULO 3

MANUAL PRÁCTICO

CONSTRUCTIVO Y

DESCRIPTIVO DE UNA

VIVIENDA EN MADERA



3.1 TABIQUES

Son elementos compuestos por piezas verticales y horizontales de madera que se distribuyen en forma similar para utilizarlo como elemento constructivo resistente o como separación entre ambientes.

3.1.1 CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FUNCIÓN RESISTENTE

Según su capacidad soportante los tabiques se pueden clasificar en:

3.1.1.1 TABIQUES SOPORTANTE

Es todo elemento vertical que forma parte de la estructura soportante de una vivienda diseñado para soportar cargas estáticas y dinámicas:

CARGAS ESTATICAS

- Estructura de la cubierta
- Entramados verticales de niveles superiores
- Entramado de entrepiso
- Peso propio
- Sobrecargas por su uso

CARGAS DINÁMICAS

- Acción producida por la lluvia, viento y cargas vivas.

3.1.1.2 TABIQUE AUTO-SOPORTANTE

Es todo elemento vertical que cumple las funciones de separar los ambientes interiores de una vivienda y que solo recibe cargas de magnitud reducida. Se recomienda incorporar a ellos los componentes necesarios y adecuados para ayudar así a la fijación de muebles colgantes, soportes de clóset, artefactos, tubería y ductos de instalaciones básicas de una vivienda.

3.1.2 ANCLAJE INFERIOR DE TABIQUES

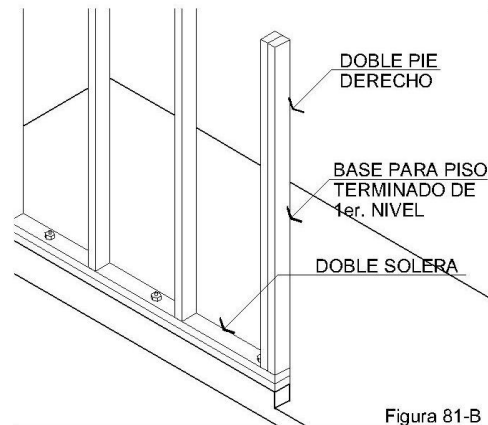
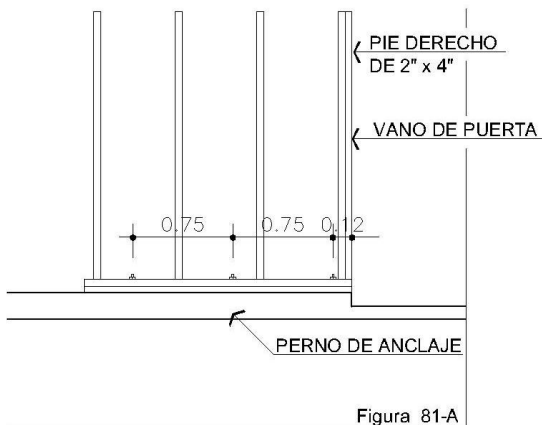
Los tabiques, tanto soportantes como los auto-soportantes, deben ser correctamente anclados para asegurar el buen comportamiento estructural del esqueleto integral de la vivienda ante esfuerzos estáticos y dinámicos.

3.1.2.1 ANCLAJE DE TABIQUES SOBRE BASE DE CONCRETO ARMADO

En este caso específicamente la solución para el anclaje de los tabiques es la colocación de espárragos de acero estriado, pernos o varillas roscadas de ½” con su respectiva tuerca y arandela. (Figura 81-A y 81-B).

El esparrago o varilla roscada debe quedar incorporada (empotrado o fundida) a la base de concreto aproximadamente a 20 centímetros de profundidad, sea espárrago o varilla roscada, elemento debe dejarse con una escuadra o gancho de 5 centímetros.

El criterio que se utiliza es colocarlos cada 75 u 80 centímetros, estando el primero a 12 centímetros anclado a cada costado de vanos de puertas, (Figura 81-A).



ANCLAJE DE TABIQUE A BASE DE CONCRETO

SIN ESCALA

3.1.3 COMPONENTES DEL TABIQUE

Los tabiques están conformados por un conjunto de piezas que cada una cumple con una función específica y cada una es utilizada para estructurar el elemento en su fase de armado, a continuación los elementos que lo componen (Figura 82)

3.1.3.1 SOLERA INFERIOR

Pieza horizontal inferior que fija por medio de uniones clavadas, todas las piezas verticales, pie derecho, muchacho, etc.

Su función principal es distribuir las cargas verticales hacia la base o piso.

3.1.3.2 PIE DERECHO

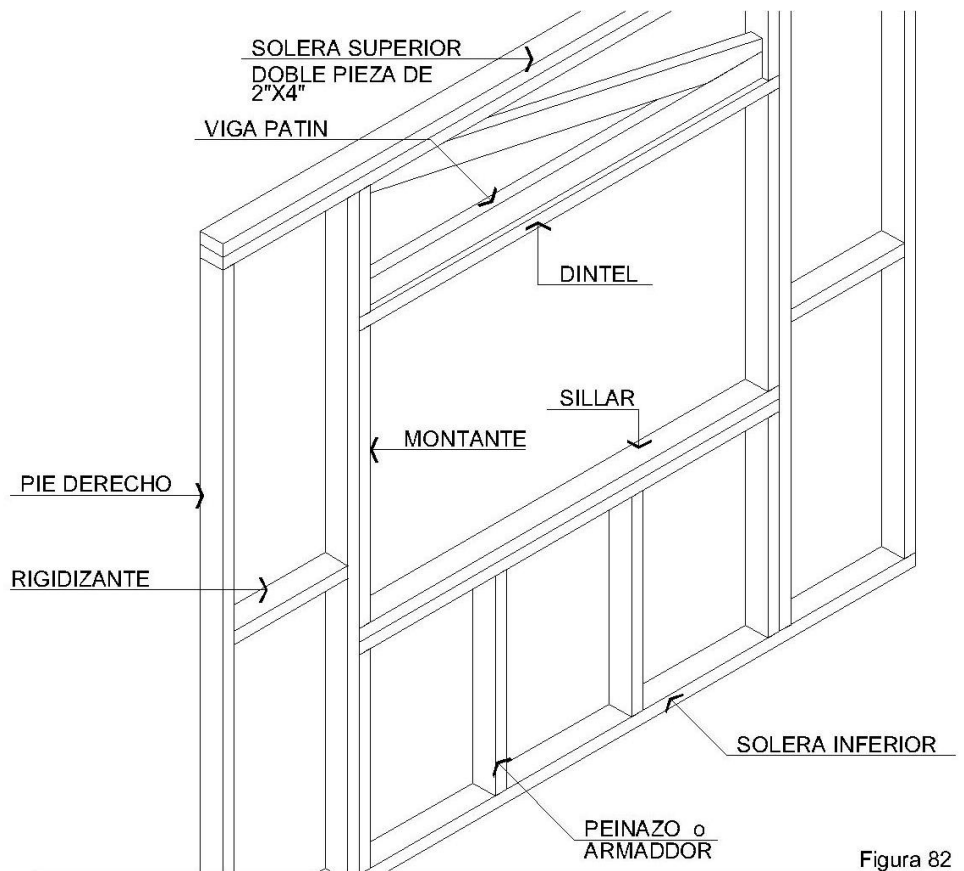
Pieza vertical unida por fijaciones clavadas entre la solera superior e inferior. Su función principal es transmitir las cargas provenientes de los niveles superiores. Para efectos de fijación de los revestimientos, es importante colocarlos cada 61cms., y para construcciones de viviendas de 2 niveles, piezas de 2"x4".

3.1.3.3 SOLERA SUPERIOR

Pieza horizontal superior que une con uniones clavadas todas las piezas verticales, pie derecho, muchacho, vanos y punta de dintel. Transmite las carga provenientes del nivel superior hacia la solera inferior.

3.1.3.4 RIGIDIZANTES

Pieza o componente horizontal que separa los pie derecho, su función consiste en bloquea la ascensión de gases de combustión y retardar la propagación de las llamas en el interior del tabique en caso de un incendio, Además permite el clavado y atornillado de los revestimientos y como rigidizante ayuda a evitar el pandeo de los pie derecho.



COMPONENTES DEL TABIQUE

Figura 82

SIN ESCALA

3.1.3.5 DINTEL

Corresponde al conjunto de una o más piezas horizontales que delimita la altura de un vano de puerta o ventana.

3.1.3.6 SILLAR

Pieza horizontal que soporta los elementos de una ventana.

3.1.3.7 MONTANTE

Pieza vertical soportante que complementa la estructuración de puertas y ventanas. Su función principal es apoyar la estructuración del dintel.

Otras funciones importantes:

- Mejora la resistencia al fuego como conjunto.
- Refuerza la forma colaborante con su pie derecho de apoyo longitudinal, la rigidez necesaria para el cierre y abatimiento de puertas y ventanas.

3.1.3.8 PUNTA DE DINTEL

Unión entre solera superior y el vano de puertas y ventanas, además permite mantener para efectos de fijación, los revestimientos.

3.1.3.9 PEINAZO O ARMADOR

Componente vertical que une el sillar con la solera inferior.

3.1.4 CLAVADO Y FIJACIÓN DE LOS COMPONENTES PRICIPALES Y SECUNDARIOS

Los componentes del entramado de un tabique se fijan mediante tornillos, considerando 2 unidades por cada nudo o encuentro de piezas, por ejemplo:

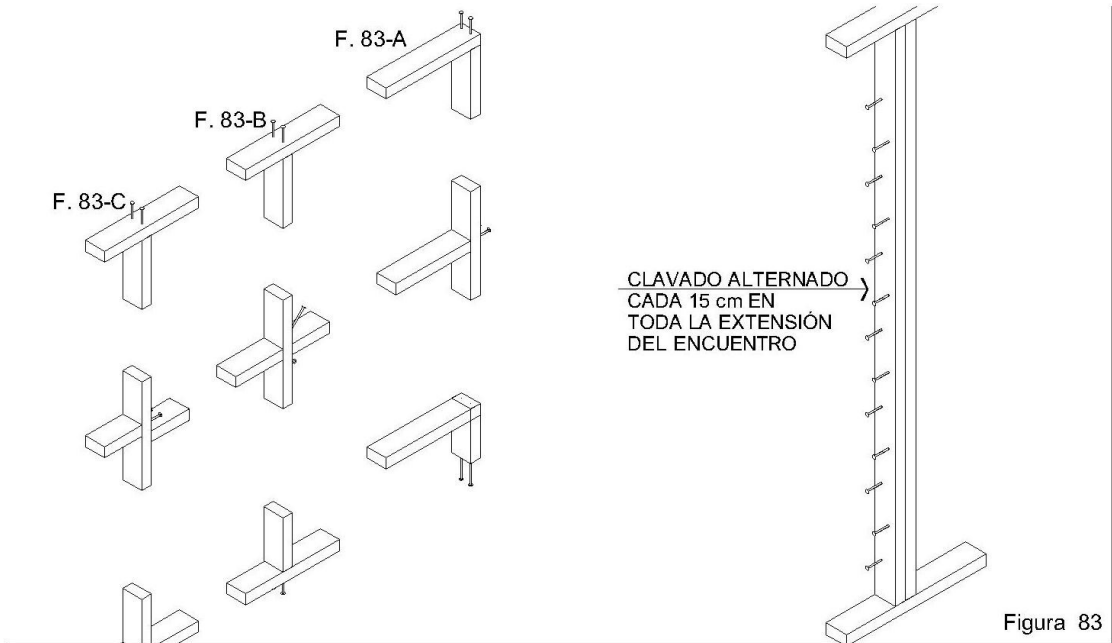
- Pie derecho con solera superior
- Pie derecho con rigidizante
- Peinazo a solera inferior y sillar
- Montante a pie derecho

La Figura 83-A, corresponde a la situación óptima del cavado o atornillado de las piezas de tabique en general, ya que cada clavo es fijado perpendicularmente en cada unión entre piezas.

La Figura 83-B, difiere de la anterior en el cavado de los rigidizantes en un solo eje horizontal, la fijación debe de ser en sentido al eje de las piezas o componentes.

La Figura 83-C, corresponde a la forma óptima del clavado de los rigidizantes ya que al utilizar dos ejes paralelos desfasados entre si, el clavado de cada pieza puede realizarse de forma perpendicular por cada costado del pie derecho.

La fijación del resto de los componentes de un tabique debe de ser realizada mediante los patrones mínimos en cuanto a la cantidad y distanciamiento, como se muestra en la Figura 83



DISTRIBUCION Y COLOCACIÓN DE CLAVOS EN LAS PIEZAS O COMPONENTES
SIN ESCALA

3.1.5 TABIQUES EN ESQUINA

Se le llama así al encuentro de dos tabiques soportantes o divisorios que conforma un ángulo, tanto la solera final como la solera de amarre deben fijarse alternadamente con respecto a las soleras inferior y superior. (Figura 84-A y 84-B).

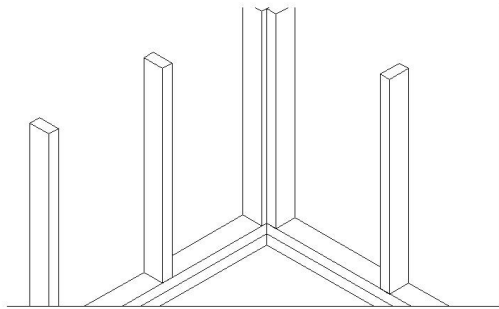


Figura 84 - A

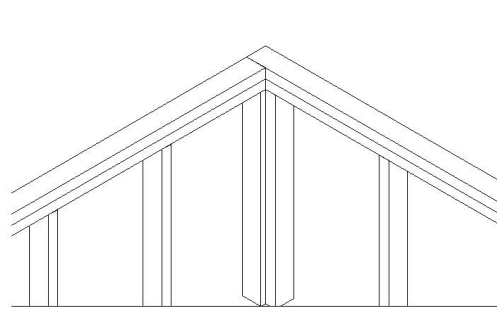


Figura 84 - B

UNIÓN DE TABIQUES EN ESQUINA

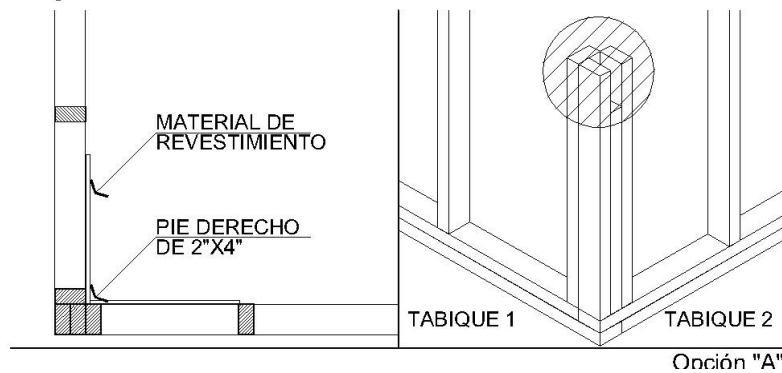
SIN ESCALA

Para las uniones de tabiques en esquina se pueden utilizar las siguientes opciones:

Opción "A"

Utilizada para los tabiques que soportan o en los cuales se apoyan los tabiques del segundo nivel de la vivienda.

Figura 85

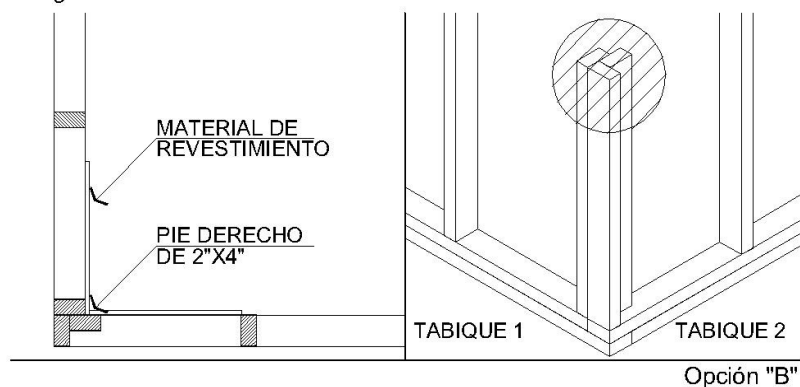


Opción "A"

Opción "B"

Utilizada para tabiques soportantes en viviendas de un nivel y para el encuentro de tabiques auto soportante.

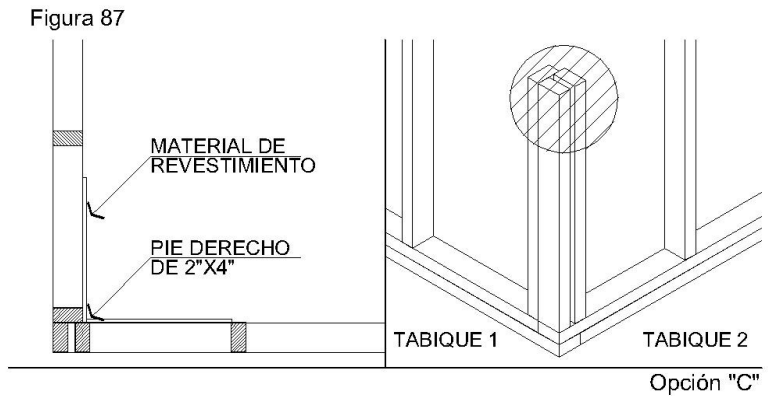
Figura 86



Opción "B"

Opción “C”

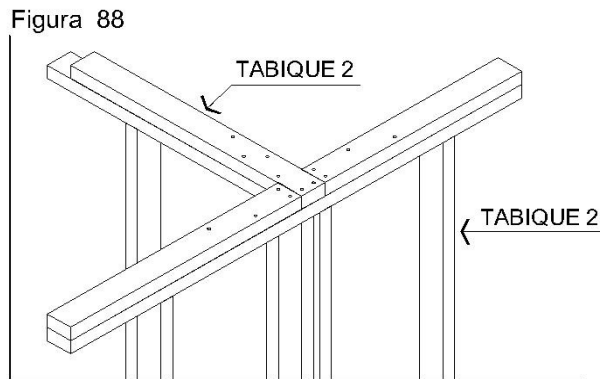
Utilizada en tabiques auto soportante, en esta opción y las anteriores, es muy importante dejar el espacio necesario para la fijación del material a utilizar en su revestimiento.



3.1.6 TABIQUES INTERMEDIOS O EN “T”

Son aquellos donde dos o más tabiques verticales, sean de carga o no, se unen entre sí.

Como se muestra en la Figura 88, la solera superior del TABIQUE 2 debe apoyarse para ser unida a la solera superior del TABIQUE 1, detalle importante para mantener el comportamiento estructural del conjunto.

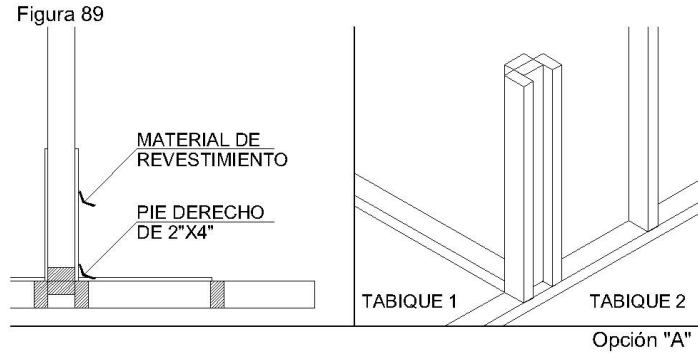


EMPALME ALTERNADO DE SOLERAS DE AMARRE EN "T"
SIN ESCALA

Para la unión de tabiques en “T” se presentan las siguientes opciones:

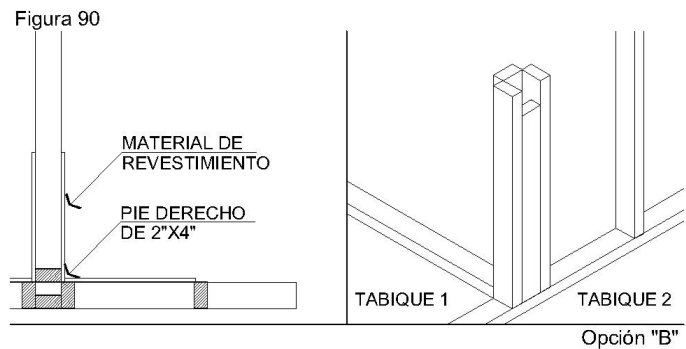
Opción “A”

Tabique que se uno de tope y en “T” en un sector intermedio de otro, opción utilizada para la unión de tabiques divisorios o de carga.



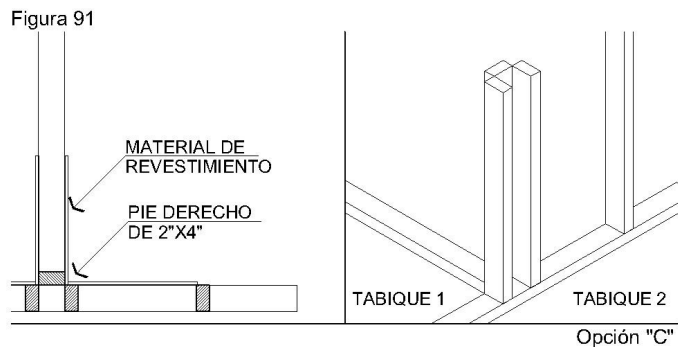
Opción “B”

Tabique que se une en “T” de un muro exterior a uno interior, se pueden utilizar para muros de carga o divisorios únicamente.



Opción “C”

Tabique que se une en “T” en sectores intermedios, para muros de carga o soportantes.



3.1.7 TABIQUES EN CRUZ

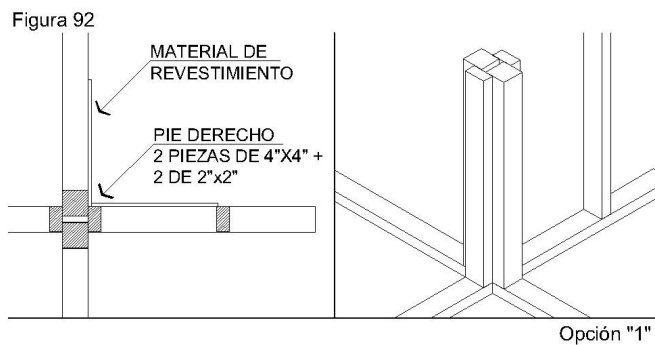
Corresponde a una variante de la unión en “T”, en la cual el tabique perpendicularmente a otro se prolonga.

Para este caso, la solera final y la de amarre deben fijarse en forma alternada.

Para este caso se presentan estas opciones, independiente si son tabiques de carga o auto soportante.

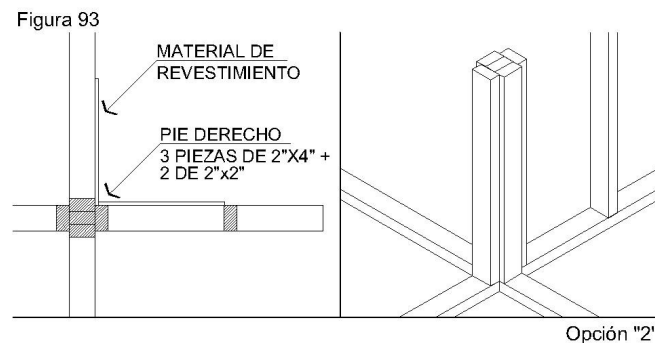
Opción 1

Tabiques que se une de tope y en “T” en un sector intermedio de otro, opción utilizada para la unión de tabiques y de carga.



Opción 2

Tabique que une en “T” de un muro exterior a interior, se puede utilizar para muros de carga o divisorios únicamente.



3.1.8 ARMADO DE ENTREPISO Y TABIQUE

Plataforma de madera de segundo nivel que absorbe las cargas del peso propio y de usos permanentes y transitorias, transmitiéndolas a los tabiques soportantes (Figura 94)

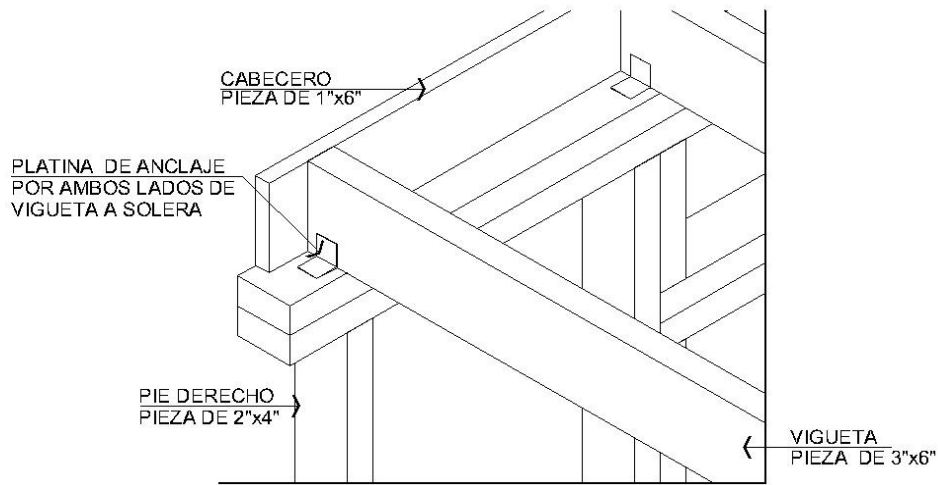


Figura 94

ARMADO DE ENTREPISO
SIN ESCALA

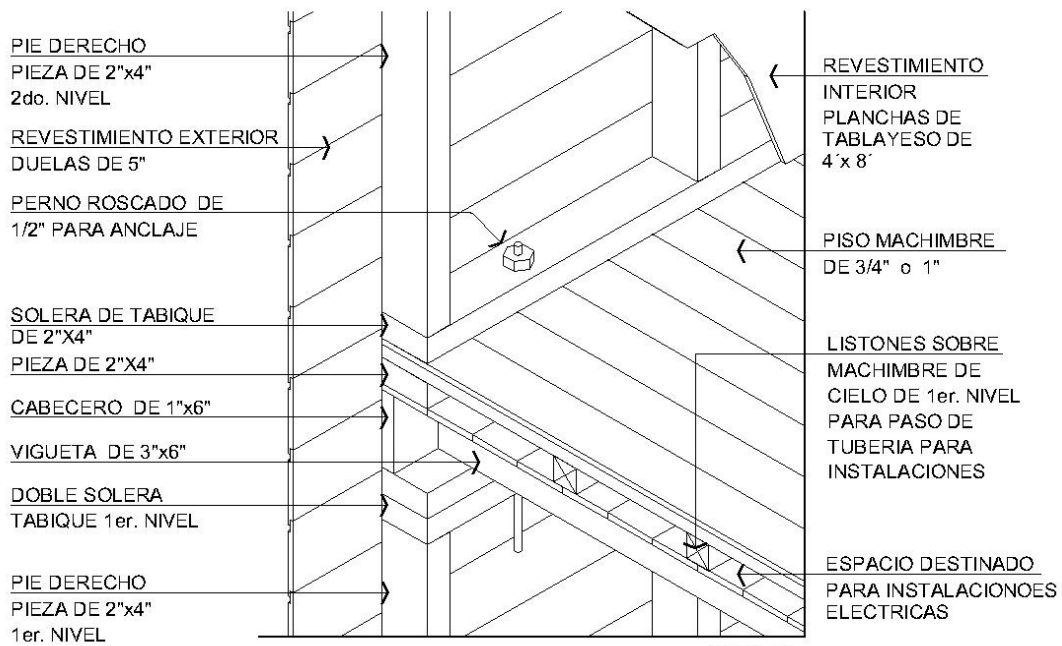


Figura 95

ARMADO DE ENTREPISO Y TABIQUE
SIN ESCALA

3.1.9 TECHO O CUBIERTA FINAL.

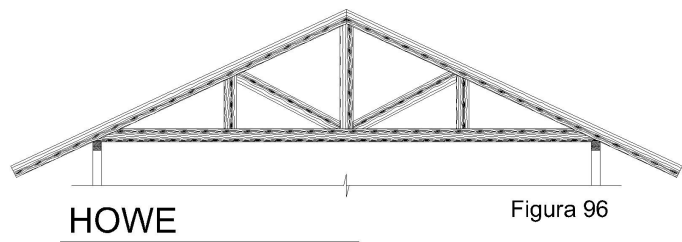
Techo o cubierta final cuya función es cubrir a la vivienda de todas las condiciones climáticas, frío, calor, viento, lluvia y otros.

La pendiente de las aguas, es decir el ángulo que tiene estas con respecto a un plano horizontal se define en la etapa de diseño y está supeditada a las condiciones climáticas de la zona, precipitaciones de lluvia, vientos y otros.

Para el diseño de la estructura que en gran parte lo define las luces entre apoyos principales y diseño arquitectónico, es de suma importancia que ya habiendo escogido el diseño de la cubierta se someta a la verificación de un calculista estructural, pero para fines de diseño arquitectónico se presentan las siguientes opciones.

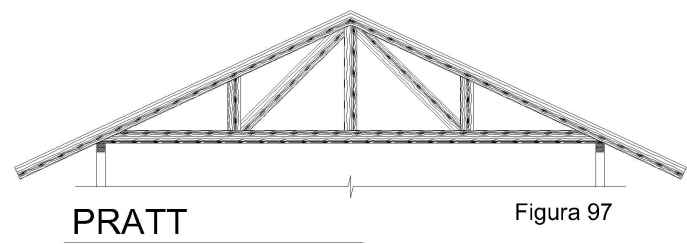
3.1.9.1 TIPO HOWE

Está compuesta por montantes que trabajan a tracción y diagonales que lo hacen a la compresión, es apta para ser trabajada en un mismo material.



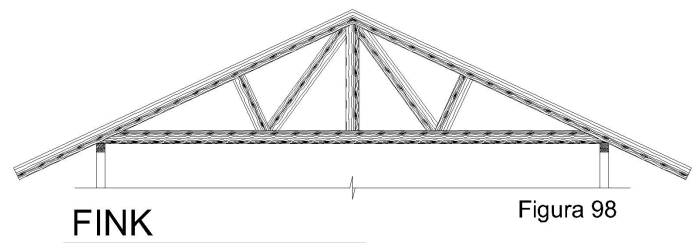
3.1.9.2 TIPO PRATT

Consta de montantes verticales que trabajan a la compresión y diagonales a tracción. Los elementos diagonales encargados de resistir el esfuerzo de tracción son más largos que los sometidos a la compresión, se recomienda su uso para pendientes entre 25° y 45° y luces de hasta 30 metros.



3.1.9.3 TIPO FINK

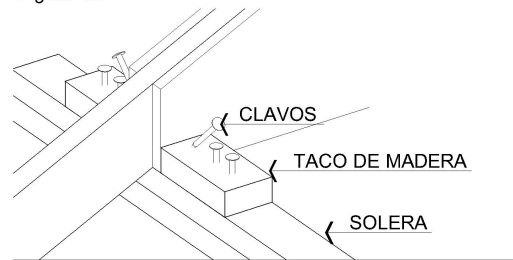
El la más usada para viviendas o estructuras livianas. Permitida para luces de entre 12 a 18 metros, siempre que la pendiente sea superior a 45°.



3.1.10 FIJACIÓN DE LAS TIJERAS A LA ESTRUCTURA DE LA VIVIENDA

La forma tradicional de fijar las estructuras de la cubierta a los entramados verticales es mediante piezas de madera (tacos) con dimensiones iguales a la solera de amarre y se fijan mediante clavos como se muestra (Figura 99).

Figura 99



FIJACIÓN DE TIJERA A ESTRUCTURA

SIN ESCALA

3.1.11 PLATINAS DE UNIÓN PARA LOS COMPONENTES DE LAS TIJERAS O CERCHAS

Las uniones de los elementos que conforman la cercha o tijera se pueden realizar a base de clavos, pernos, placas con Plywood Fenólico, uniones metálicas dentadas y adhesivas.

3.1.11.1 UNIONES CLAVADAS: Son de simple fabricación y aplicables a luces relativamente pequeñas hasta 15 metros, se recomienda usar clavos estriados o en espiral.

3.1.11.2 UNIONES PERNEADAS: Se utilizan en cerchas expuestas a la vista, se recomienda utilizar pernos con tuerca y arandelas cuadradas ya que tienen mayor resistencia e incrusta miento en la madera. Las uniones perneadas son más flexibles que las clavadas, aspecto importante a considerar al momento del diseño y así evitar corrimientos exagerados en los nudos.

3.1.11.3 UNIONES CON PLACAS FENÓLICAS (TIPO CACHETE): Tablero formado por chapas de madera unidas entre si por un adhesivo, de tal forma que la orientación de las fibras de una chapa con respecto a la inmediata superior o inferior formen un ángulo generalmente a 90°. La disposición entre chapas tiene la finalidad de proveer a los tableros de una buena estabilidad dimensional y una buena resistencia, tanto en sentido longitudinal como transversal del tablero²⁸, proporcionando de 2 a 3 veces más resistencia a cortante que cualquier tipo de madera²⁹.

²⁸ <http://www.simbolocalidad.com/blog/tablero-fenolico>

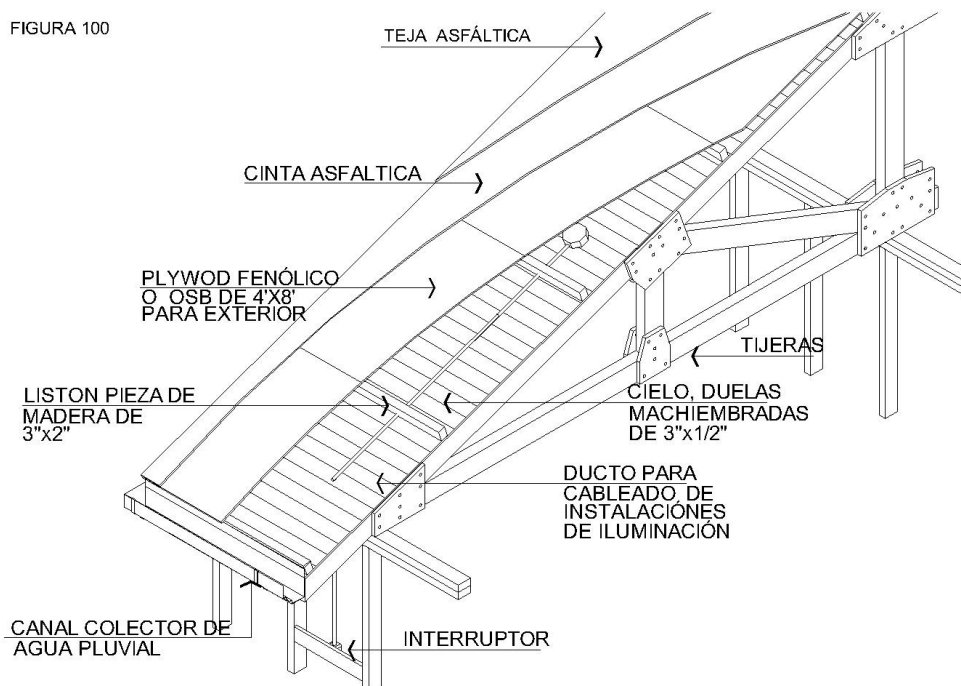
²⁹ Centro de Investigaciones de Ingeniería CII, USAC

3.1.11.4 UNIONES CON PLACAS MÉTALICAS DENTADAS: Se fabrican con placas de acero de al menos 2 mm. de espesor, su fijación a la madera es a través de los dientes que traen incorporados, adicionalmente se fijan mediante clavos o tornillos para una mejor fijación de las placas, se recomienda utilizar una prensa que permita que los dientes se incrusten simultáneamente.

3.1.12 CONFORMACIÓN DE LOS MATERIALES FINALES DE LA CUBIERTA E INSTALACIÓN DE TUBERÍA O CABLEADO PARA SALIDAS DE ILUMINACIÓN.

Ya habiendo definido el tipo de cercha o tijera, Howe, Pratt o Fink., se procede a la instalación o colocación de los materiales dispuestos para el techo o la cubierta, para ello se presenta la siguiente opción y se muestra en la (Figura 100).

FIGURA 100

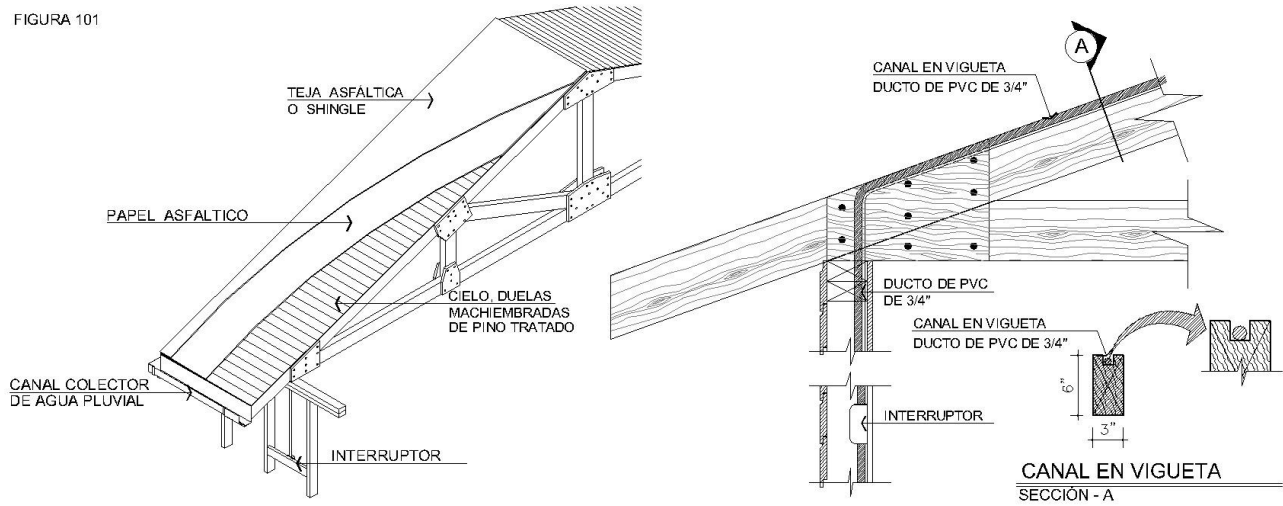


MATERIALES DE LA CUBIERTA E INSTALACIONES ELECTRICAS PARA ILUMINACIÓN

OPCIÓN 1

SIN ESCALA

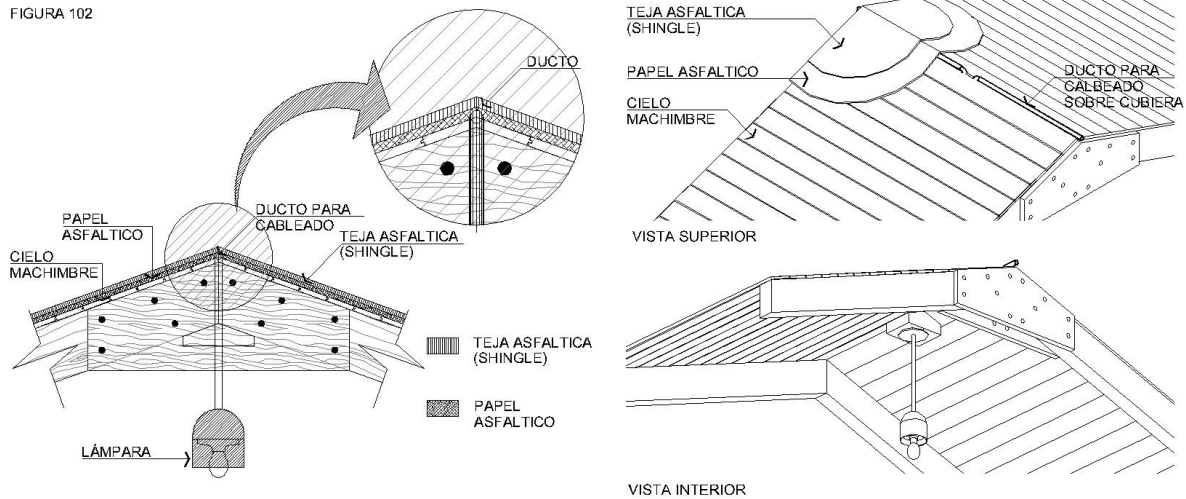
FIGURA 101



MATERIALES DE LA CUBIERTA E INSTALACIONES ELECTRICAS PARA ILUMINACIÓN

SIN ESCALA

FIGURA 102



INSTALACIONES ELECTRICAS SOBRE CUMBRERA PARA ILUMINACIÓN

SIN ESCALA



- **Plywood Fenólico**

Tablero formado por chapas de madera unidas entre sí, el Triplay Fenólico es impermeable gracias a un buen adhesivo (Fenol-formaldehido), y en general el Plywood Fenólico es rentable y reciclable.

- **Cinta asfáltica:**

Componente de la cubierta utilizado como material impermeabilizante. Sus propiedades son: 100% ecológico, no es tóxico, detiene los rayos UV y el paso de los humos industriales.

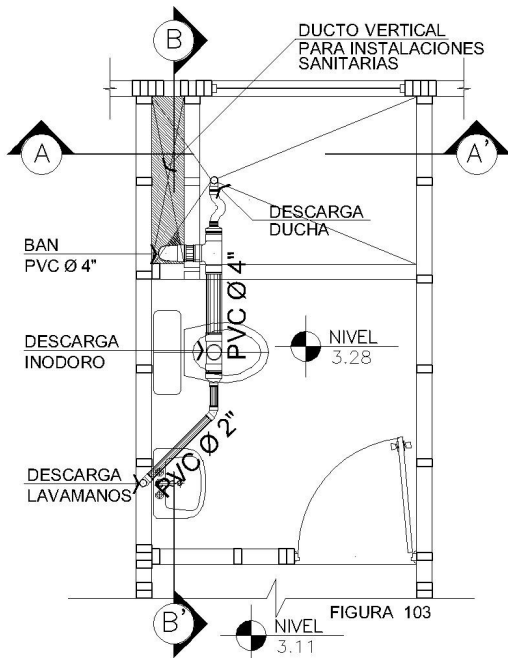
- **Teja asfáltica o Shingle**

Utilizada para la cubierta, trae en la parte inferior una goma especial, que ante el calor lo que hace es adherirse conformando una sola cubierta, todo este sistema funciona como absorbente de calor.

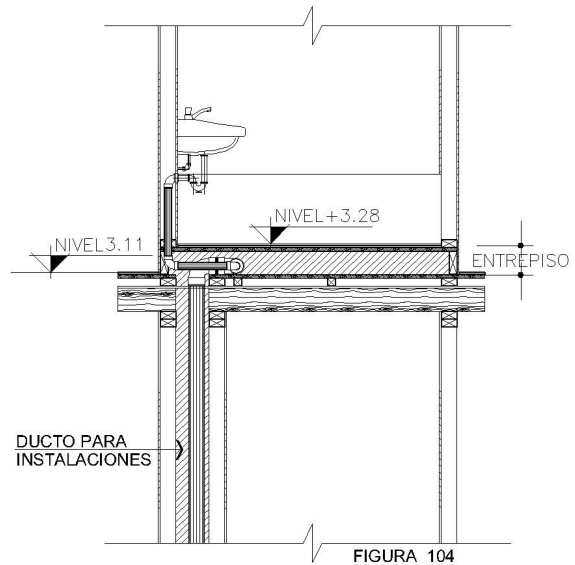
3.1.13 INSTALACIONES DENTRO DE LA VIVIENDA

Una de las ventajas que ofrece el sistema de construcción de viviendas con madera, es la posibilidad de utilizar espacios libre en cualquier entramado. Adicionalmente se aconseja crear ductos verticales para ubicar las tuberías de las instalaciones sanitarias, eléctricas y otras que son indispensables en toda la vivienda.

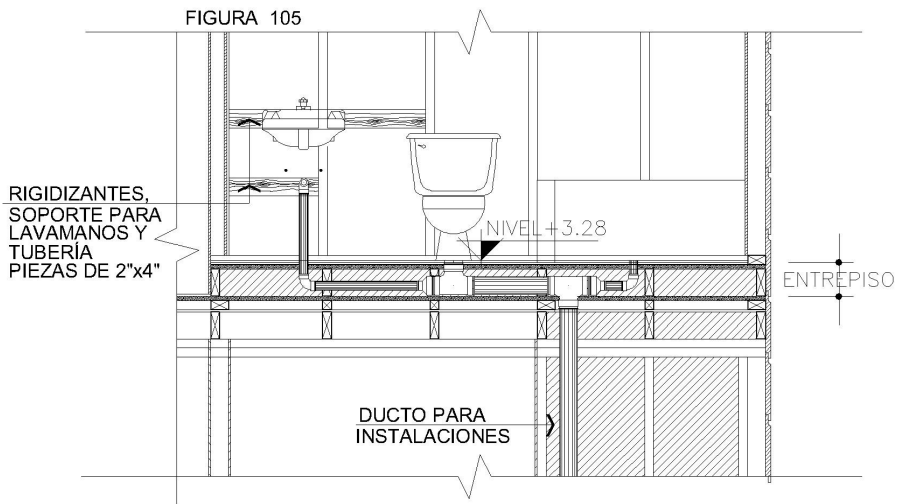
Es de muy importante tomar en cuenta que al momento de diseñar la vivienda, los artefactos del 1er. y 2do. Nivel sean proyectados en línea (Figura 103) dejando un entrepiso para instalar los artefactos del sanitario del 2do. Nivel (Figura 104) y ahí ubicar toda la tubería necesaria para las instalaciones hidráulicas sin afectar la estructura principal, aunque siempre será necesario hacer algún tipo de corte o perforaciones mínimas en algunas viguetas del entrepiso.



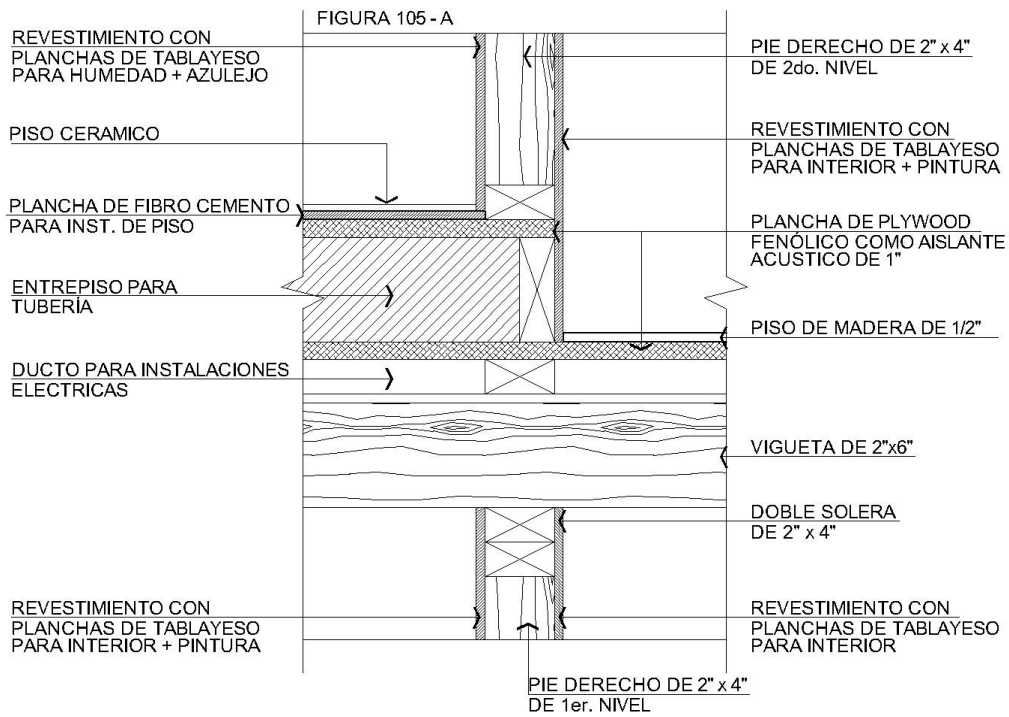
PLANTA SERVICIO SANITARIO
SIN ESCALA



SECCIÓN A-A' DE ENTREPISO
SIN ESCALA

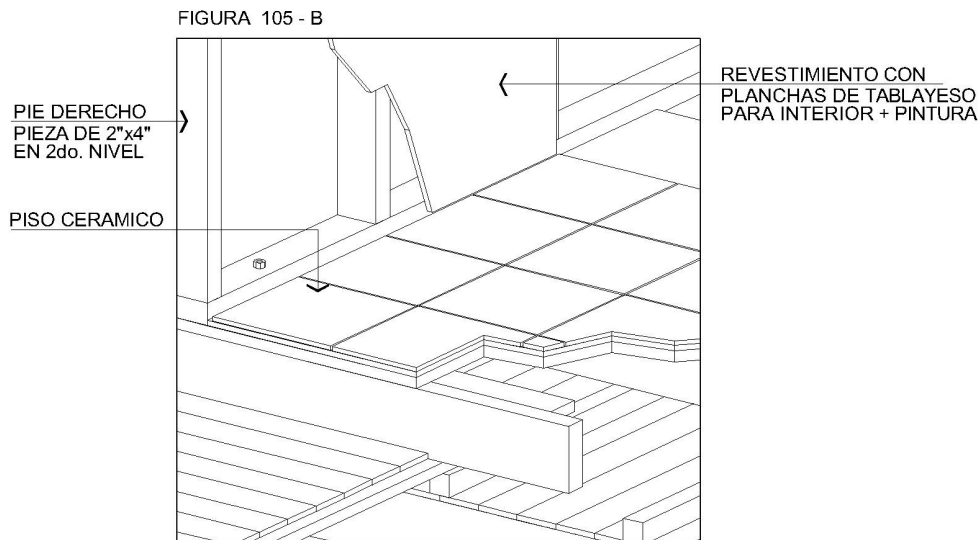


SECCIÓN B-B' DE ENTREPISO
SIN ESCALA



DETALLE DE ARMADO DE ENTREPISO, TABIQUE Y ACABADOS

SIN ESCALA



DETALLE DE ARMADO DE ENTREPISO, TABIQUE Y ACABADOS

SIN ESCALA

3.1.14 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Las Figuras que se muestran a continuación, detallan algunas de las posibilidades y la solución respectiva para cada caso, acometida hasta el tablero principal (Figura 106), tablero principal hacia los tomas o salidas de electricidad en el primer nivel (Figura 107) y tablero principal hacia los tomas o salidas de electricidad en el segundo nivel (Figura 108), adicionalmente se detallan los refuerzos que permiten fijar las cajas eléctricas al tabique.

En el inciso 3.1.12 se explica las opciones para la colocación del cableado o tubería en las instalaciones eléctricas de iluminación.

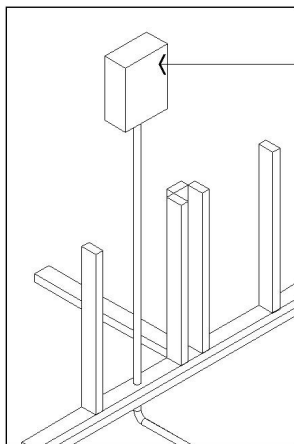


Figura 106

ACOMETIDA A TABLERO

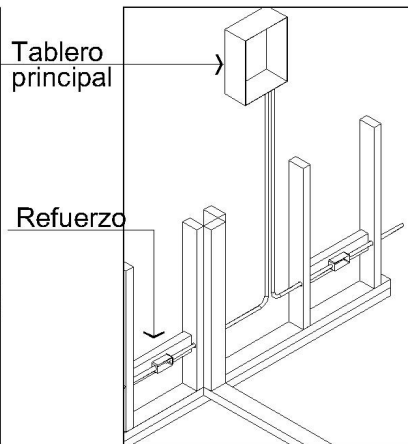


Figura 107

TABLERO A TOMAS
1er. NIVEL

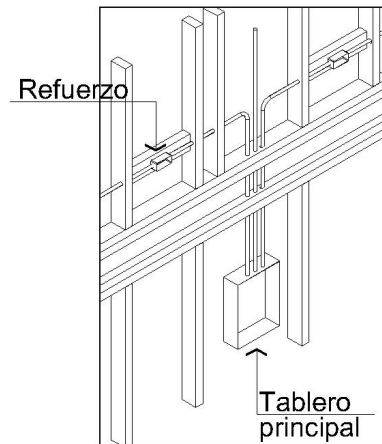


Figura 108

TABLERO A TOMAS
2er. NIVEL





CAPITULO 4

PROYECTO CONSTRUCTIVO

DE UNA VIVIENDA EN

MADERA



4 PROYECTO CONSTRUCTIVO

4.1 DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE UN PROYECTO HABITABLE, APLICANDO LAS DIFERENTES TIPOLOGÍAS DE MADERAS DE LA REGIÓN 2

4.2 Contexto Departamental

La Ley Preliminar de Regionalización perteneciente a la República de Guatemala, indica que la Región 2 está integrada por los departamentos de Alta Verapaz y Baja Verapaz; su área regional es de 11,810km² y está localizada al Norte de la República de Guatemala³⁰

Esta Región se denomina como Las Verapaces, respecto a los departamentos que la componen (Alta y Baja Verapaz), los cuales hacen alusión a la verdadera paz, por la forma con la que estos territorios fueron incorporados a la Corona de Castilla y evangelizados sin que mediaran acciones militares (gracias a la intervención del dominico Bartolomé de Las Casas), esto después de que los nativos ofrecieran en primera instancia una feroz resistencia frente a las tropas conquistadoras.

4.2.1 Departamento de Alta y Baja Verapaz, República de Guatemala³¹

4.2.1.1 Departamento de Alta Verapaz: se encuentra situado en la Región II o Región Norte en la República de Guatemala, su cabecera departamental es Cobán y limita al Norte con el departamento de Petén; al Sur con los departamentos de Zacapa y Baja Verapaz; y al Este con el departamento de Izabal; y al Oeste con el departamento del Quiché. Se ubica en la latitud 15° 28' 07" y longitud 90° 22' 36". Cuenta con una extensión territorial de 8,686 kilómetros cuadrados. El monumento de elevación se encuentra en la cabecera departamental, a una altura de 1,316.91 metros sobre el nivel del mar, pero su topografía es en extremo variada, con montañas y cimas que exceden de 3,000 metros de elevación y tierras bajas que descienden hasta unos 300 metros. La climatología es forzosamente variada, también en relación con la elevación y sinuosidades del terreno.

4.2.1.2 El Departamento de Baja Verapaz: se encuentra situado en la Región II o Región Norte, su cabecera departamental es Salamá, limita al Norte con el departamento de Alta Verapaz; al Sur con el departamento de Guatemala; al Este con el departamento de El Progreso; y al Oeste con el departamento de Quiché. Se ubica

³⁰ www.inforpressca.com

³¹ www.wikipedia.org / La Enciclopedia Libre

en la latitud 15° 06' 05" y longitud 90° 19' 07", y cuenta con una extensión territorial de 3,124 kilómetros cuadrados.

Por su configuración geográfica que es bastante variada, sus alturas oscilan entre los 940.48 y 1,570 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura máxima de 27.3°C y temperatura mínima de 17.7°C

Figura 109

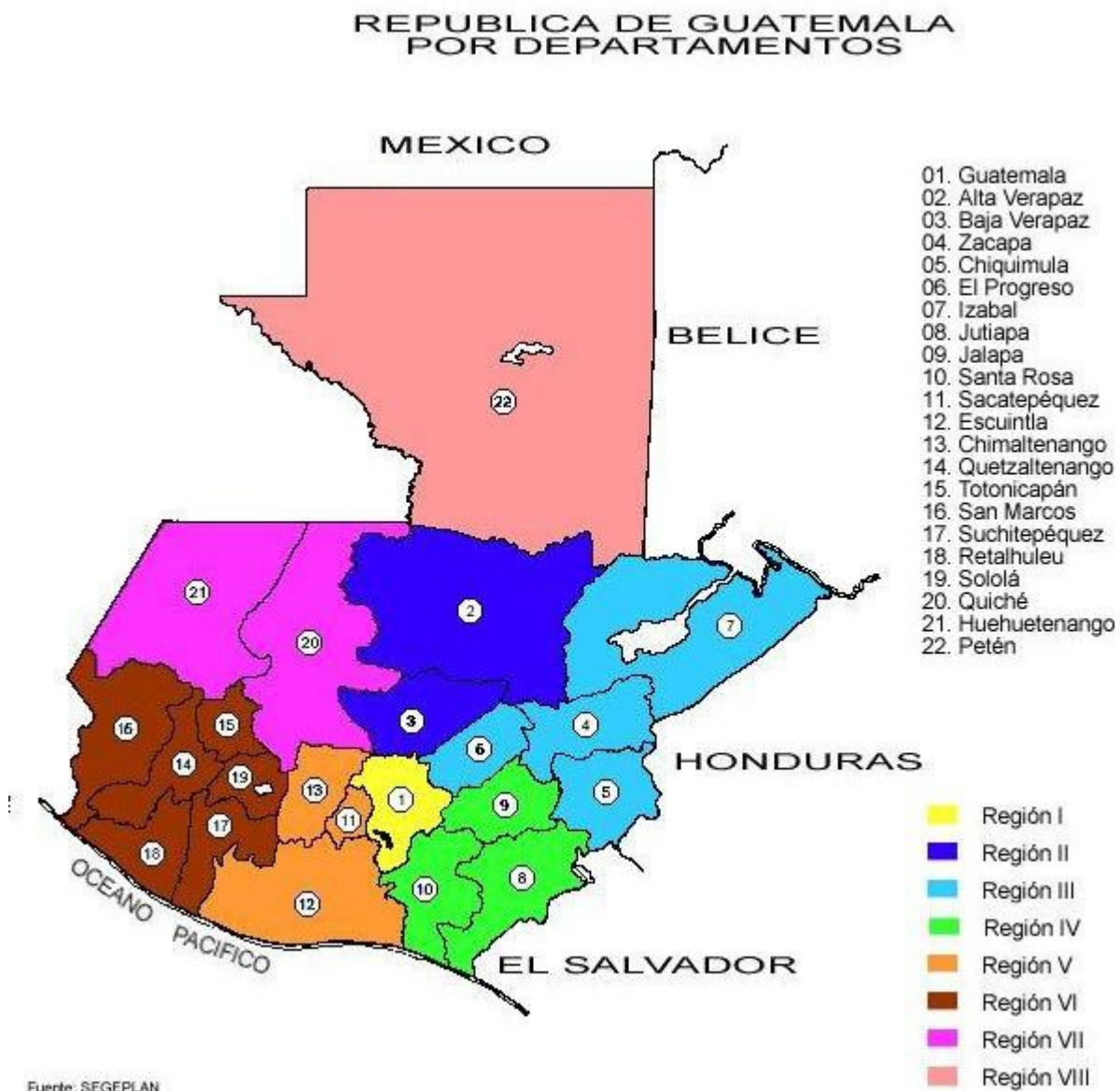
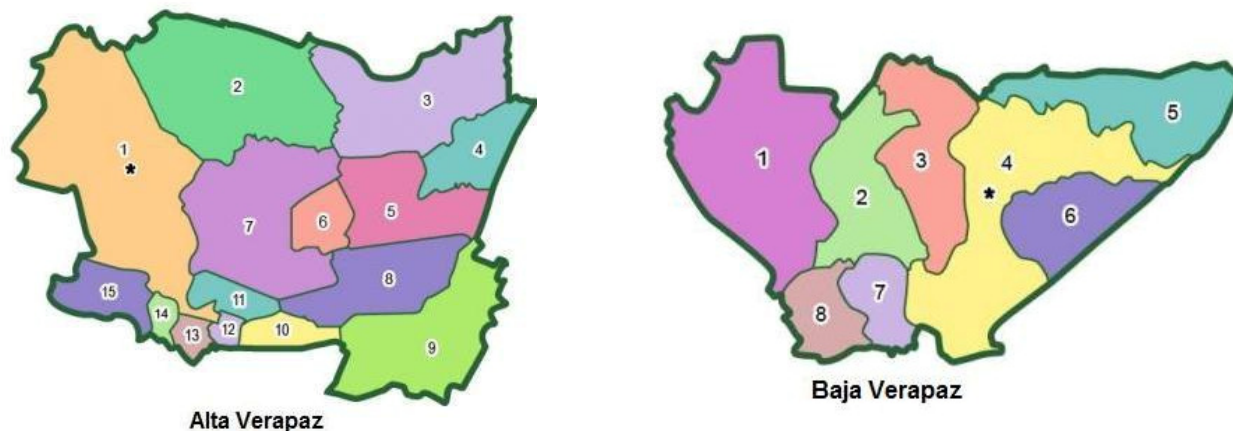


Figura 110



Fuente: SEGEPLAN

Cuadro No. 6

Municipios por departamentos de la Región 2			
No	Alta Verapaz	No	Baja Verapaz
1	Cobán	1	Cubulco
2	Chisec	2	Rabinal
3	Fray Bartolomé de Las Casas	3	San Miguel Chicaj
4	Chahal	4	Salamá
5	Cahabón	5	Purulhá
6	Lanquin	6	San Jerónimo
7	San Pedro Garchá	7	El Chol
8	Senahú	8	Granados
9	Panzós		
10	Tucurú		
11	San Juan Chamelco		
12	Tamahú		
13	Tactic		
14	Santa Cruz Verapaz		
15	San Cristóbal Verapaz		
16	Santa Catarina La Tinta		
17	Raxruhá		

Fuente: Segeplan



4.3 Especies maderables de con mas frecuencia de uso y comercial en la Región 2, Alta Verapaz y Baja Verapaz.

Especies maderables

Cuadro No. 7

PINO CANDELILLO	<i>Pinus Maximinoi</i>
PINO COLORADO	<i>Pinus Oocarpa Schiede</i>
PINO DE PETÉN	<i>Pinus Caribea</i>
CAOBA	<i>Swietenia Humillis</i>
CEDRO	<i>Cedrela Odorata</i>
RAMÓN BLANCO	<i>Brosimum alicastrum Swartz</i>
SAN JUAN	<i>Vochysia guatemalensis Donn. Smith</i>
SANTA MARÍA	<i>Calophyllum brasiliense Camb</i>
CAXÁN	<i>Terminalia amazonia Exell ex Pulle</i>

Fuente: Base de Datos Forestales de Guatemala, Dataforg 4, INAB

4.4 Especies maderables más comunes de la Región 2 su aplicación a los componentes estructurales para la construcción de una vivienda.

Cada especie para uso maderable durante el proceso constructivo de una vivienda, nos ofrece en estado natural y con algún tipo de tratamientos, todas las características necesarias para poder emplearlas en las diferentes áreas de la vivienda.

- Fabricación de tabiques divisorios y estructurales (pie derechos, rigidizantes, columnas, etc.)
- Acabados interiores
- Acabados exteriores
- Pisos
- Entrepisos, (vigas o viguetas)
- Gradadas
- Cubiertas, (tijeras, etc.)

En el siguiente cuadro se elabora listado con todos los componentes o el despiece del sistema constructivo de una vivienda según el área o ambiente en donde se utilizarán.

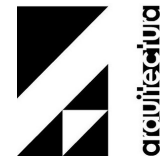


Cuadro No. 8

ÁREA	No.	PIEZA O COMPONENTE DE LA VIVIENDA	DIMENSIONES
Interior de la vivienda	1	Pie Derecho	2" x 4" x variable
	2	Rigidizantes	2" x 4" x variable
	3	Soleras	2" x 4" x variable
	4	Montante (Vanos de puertas y ventanas)	4" x 3/4" x variable
	5	Viga Patín (Dintel de puertas y ventanas)	2" x 4" x variable
	6	Riostra o diagonal	2" x 4" x variable
	7	Zócalos	4" x 1/2" x variable
	8	Machimbre para forros	3" x 1/2" x variable
Entrepiso	9	Puertas interiores	0.90 x 2.10
	10	Vigas o Viguetas	6" x 3" x variable
	11	Cabecero	6" x 1" x variable
	12	Listones (soporte para base de piso Machimbre)	2" x 2" x variable
Cubierta	13	Tijeras	2" x 3" x variable
	14	Listones (soporte de base de cubierta)	2" x 2" x variable
Gradas	15	Cargadores auxiliares (pieza en tabique soporte de huella)	2" x 3" x 8"
	16	Huella	3" x 12 x 1.00
	17	Pasamanos	1 1/2" x 6" x variable
	18	Medio paral de pasamanos	2" x 2" x 0.65
	19	Faldón	2" x 2" x variable
Exterior de la vivienda	20	Duelas de forro	5" x 3/4" x variable
	21	Puertas	0.90 x 2.10
	22	Marcos de puertas	Variable
	23	Ventanas	Variable
	24	Marcos de ventanas	Variable

Fuente: Base de Datos Forestales de Guatemala, Dataforg 4, INAB

Ya teniendo todos los componentes o el despiece de la vivienda, se procederá a detallar nuevamente las especies maderables de la Región 2 y su aplicación según sea conveniente.



4.5 APLICACIÓN DE ESPECIES MADERABLES A LAS PIEZAS O COMPONENTES

Cuadro No. 9

PIEZA O COMPONENTE DE LA VIVIENDA		ESPECIE		CARACTERISTICA DE LA ESPECIE						
No	NOMBRE	Nombre común	Nombre científico							
18	Medio Paral (Pieza vertical del pasamanos o baranda)	PINO COLORADO	Pinus Oocarpa Schiede	Alcanza de 14 a 45 metros de altura y su fuste es recto y cilíndrico. La madera es regularmente pesada (de 0.51 a 0.55 gr/cm ³), moderadamente resinosa y de media a fina. Es bastante resistente a la pudrición blanca y café y resistente a termitas pero susceptible al hongo de la mancha azul.						
12	Listones (soporte para base de piso machimbre)			PINO DE PETEN	Pinus Caribea	Alcanza de 16 hasta 45 metros de altura. Su madera es pesada (50 lb/pie cúbico), es susceptible a hongos que producen la mancha azul, hongos de acículas y gorgojos de la corteza. Resistente a las termitas por su alto contenido de resinas y su duramen es resistente a hongos de pudrición.				
14	Listones (soporte para base cubierta)	CAOBA	Swietenia Humillis			La madera es de color café rojizo y se oscurece con el tiempo. Alcanza alturas entre 15 a 40 metros y 80 a 100 cm. de diámetro. Se clasifica de pesada a muy pesada, peso específico (0.40 a 0.50 gr/cm ³); presenta alta durabilidad natural a los hongos e insectos, es resistente a ser tratado con producto preservante; seca al aire con una velocidad lenta y se clasifica como moderadamente fácil de trabajar con herramientas manuales y maquinaria, obteniéndose excelentes acabados. Muy buena durabilidad, es una madera dura, fuerte y densa. No se pudre ni es susceptible a ataques de insectos. Permeable. Se seca muy bien, resiste altas temperaturas no da problemas de deformaciones ni rajaduras.				
21	Puertas			CAOBA	Swietenia Humillis	La madera es de color café rojizo y se oscurece con el tiempo. Alcanza alturas entre 15 a 40 metros y 80 a 100 cm. de diámetro. Se clasifica de pesada a muy pesada, peso específico (0.40 a 0.50 gr/cm ³); presenta alta durabilidad natural a los hongos e insectos, es resistente a ser tratado con producto preservante; seca al aire con una velocidad lenta y se clasifica como moderadamente fácil de trabajar con herramientas manuales y maquinaria, obteniéndose excelentes acabados. Muy buena durabilidad, es una madera dura, fuerte y densa. No se pudre ni es susceptible a ataques de insectos. Permeable. Se seca muy bien, resiste altas temperaturas no da problemas de deformaciones ni rajaduras.				
22	Marcos de puertas						CAOBA	Swietenia Humillis	La madera es de color café rojizo y se oscurece con el tiempo. Alcanza alturas entre 15 a 40 metros y 80 a 100 cm. de diámetro. Se clasifica de pesada a muy pesada, peso específico (0.40 a 0.50 gr/cm ³); presenta alta durabilidad natural a los hongos e insectos, es resistente a ser tratado con producto preservante; seca al aire con una velocidad lenta y se clasifica como moderadamente fácil de trabajar con herramientas manuales y maquinaria, obteniéndose excelentes acabados. Muy buena durabilidad, es una madera dura, fuerte y densa. No se pudre ni es susceptible a ataques de insectos. Permeable. Se seca muy bien, resiste altas temperaturas no da problemas de deformaciones ni rajaduras.	
23	Ventanas									CAOBA
24	Marcos de ventanas	CAOBA	Swietenia Humillis							



PIEZA O COMPONENTE DE LA VIVIENDA		ESPECIE		CARACTERÍSTICA DE LA ESPECIE
No	NOMBRE	Nombre común	Nombre científico	
7 8 9 17	Zócalos Forros interiores machimbrados Puertas Interiores Pasamanos	CEDRO	Cedrela Odorata	Es de color rojizo al estar recién cortada y luego se va oscureciendo. Pesa aproximadamente 3 libras por Metro Cúbico, se deja trabajar muy bien con herramienta a mano y máquinas, sostiene clavos, tornillos y pegamento. Alcanza de 12 a 60 metros de altura y diámetro de 60 a 250 cm. Moderadamente liviana a moderadamente pesada, peso específico (0.36 a 0.65 gr/cm ³), moderadamente durable a durable. La plaga que mas la afecta es el gusano barrenador de las Meliáceas, posee alta resistencia al ataque de hongos e insectos como la polilla, susceptible al ataque del escarabajo de polvillo. Difícil de tratar, seca al aire con velocidad moderada.
16	Huellas	RAMÓN BLANCO	Brosimum Alicastrum Swartz	Alcanza de 20.00 a 45.00 metros de altura total y 0.40 a 1.50 metros de altura al pecho. Madera de textura fina a media, muy pesada (0.63 a 1.23 gr/cm ³), poco resistente al ataque de hongos e insectos; se recomienda tratar y procesar inmediatamente después del corte, por inmersión para madera húmeda, baño caliente frío para madera seca y a presión en autoclave para productos de exportación. Las características en cuanto a textura y dureza de esta madera, la hace idónea para utilizarla para la fabricación y construcción de gradas, no así lo poco resistente al ataque hongos e insectos, se recomienda entonces someter esta madera algún tipo de tratamiento por alguno de los métodos que se recomiendan anteriormente.
3 20 11	Soleras Duelas para forro exterior Cabecero Machimbre para entrepiso	SAN JUAN	Vochysia guatemalensis	Alcanza de 15 a 50 metros de altura y diámetros de 50 a 180 cm. Madera color blanco-amarillento claro a ligeramente rosado, superficie con brillo regular a intenso, lisa al tacto, grano recto a ligeramente entrecruzado, textura media a ligeramente gruesa y uniforme; clasificada de liviana. Peso específico 0.40 a 0.85 gr/cm ³ . Resistencia alta a hongos de pudrición y también al ataque de termitas, no resiste al ataque de taladradores marinos. Fácil de tratar por los sistemas de baño caliente-frío y vacío-presión. Seca al aire un poco lento y presenta algunos defectos de secado (arqueaduras, grietas, decoloración, hendiduras superficiales).



PIEZA O COMPONENTE DE LA VIVIENDA		ESPECIE		CARACTERISTICA DE LA ESPECIE
No	NOMBRE	Nombre común	Nombre científico	
1 2 4 5 6 16	Pie Derechos Rigidizantes Montante para vanos de puertas y ventanas Viga Patín Riostra o diagonal Huella	SANTA MARÍA	Calophyllum Brasilense Camb.	Alcanza frecuentemente de 15.00 a 50.00 metros de altura y de 0.50 a 1.80 metros de diámetro a la altura del pecho. Madera de color rosado, rojo ladrillo o rojizo rico y marcado por franjas más finas y levemente más oscuras sobre las superficies planas aserradas, grano entrelazado con una franja amplia en las superficies cuarteadas, brillo ligero a mediano, textura media y uniforme. Se clasifica como pesada, con un peso específico de (0.45 a 0.75 gr/cm ³), durable, resistente a hongos de pudrición e insectos y poco resistente a termitas y taladradores marinos. Es muy difícil de impregnar con productos preservantes bajo método vacío-presión. Fácil de trabajar con maquinaria y herramientas de carpintería, pero cuando la madera tiene bandas de color oscuro y las fibras contiene depósitos de Carbonato de Calcio, la labor se dificulta y los filos se desgastan rápidamente.
10 13 15 19	Vigas o viguetas Tijeras Cargadores auxiliares Faldón de gradas	CANXAN	Terminalia Amazonia	Alcanza de 25.00 a 70.00 metros de altura y 0.30 a 3.00 metros de diámetro al pecho. La Madera es de textura mediana y uniforme, moderadamente dura, pesada a muy pesada (0.52 a 1.10 gr/cm ³), durable, de baja resistencia a termitas de madera seca. Difícil de preservar y levemente difícil de trabajar.

Dataforg 4, INAB y CII, Centro de Investigaciones de Ingeniería - USAC





PLANOS CONSTRUCTIVOS DE UNA VIVIENDA CON MADERA



CONCLUSIONES

1. El anterior estudio está desarrollado para soporte didáctico del estudiante y docente de arquitectura, ya que detalla todo el proceso constructivo de una vivienda con madera y las diferentes especies maderables para su construcción en cualquier parte del territorio nacional de la República.
2. A pesar de que Guatemala es un país con una gran variedad de especies útiles para la construcción, la madera no constituye uno de los principales materiales para el uso de la construcción de vivienda.
3. Guatemala es un país altamente sísmico y a sabiendas de que construir con madera provee seguridad ante terremotos, la madera no es uno de los principales materiales para construcción de vivienda en nuestro país.
4. La madera como material constructivo y con un adecuado proceso de manufactura, permite una gran diversidad de estructuras agradables y armoniosas al diseño de arquitectura.
5. La madera debidamente seleccionada, cortada, tratada y curada, constituye un material bastante seguro para la construcción, incluso en caso de incendio.
6. Actualmente en el medio del diseño y la construcción hay muy poco conocimiento acerca la gran diversidad de especies maderables que existen en Guatemala.
7. Guatemala cuenta con una gran cantidad de especies para diferentes usos maderables como: carpintería en general, construcciones livianas, edificaciones, carpintería fina, usos marinos, utensilios, etc.
8. Existen muchas ventajas al construir con madera, capacidad de regular la temperatura de un ambiente, absorción al sonido, genera confort y tranquilidad.
9. En Guatemala no existen técnicas apropiadas para el uso de la madera en la construcción, hay muy poca información acerca de su existencia y pocos códigos o regulaciones que promueven y garanticen su eficiencia.
10. Existe poca investigación tecnológica de la madera que promueve la implementación de laboratorios y la especialización de personal en la ingeniería y tecnología de la madera.



11. Construir con madera ofrece una gran cantidad de cualidades, pero también es muy importante saber que es necesario auxiliarse de elementos metálicos que en conjunto con ella, reacciona y trabaja mejor. Elementos como las platinas de metal, clavos y tornillos son los que generalmente se utilizan, pero únicamente para el caso de algunas partes estructurales en donde se utilizan platinas de metal, se pueden sustituir por Placas de Corte fabricadas con algún tipo de especie de madera duras o aglomerado de madera, (Plywood Fenólico u OSB (**O**riented **S**trand **B**oard)).
12. Estructuralmente no es recomendable sustituir tornillos o clavos por alguna especie de madera. Lograr que una pieza de madera sustituya toda la tecnología con la que cuenta un clavo o tornillo (**SPAX**) diseñado especialmente para sujeción o fijación de elementos en la construcción con madera, no es una decisión recomendable, ya que las maderas duras con el tiempo se vuelven rígidas, disminuyendo su capacidad de resistir esfuerzos de corte.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda promover el uso de la madera en la industria y aprovechar todas las especies maderables con que cuenta Guatemala.
2. Es importante contar con documento que brinde información sobre otras tipologías estructurales además del acero y el concreto.
3. Promover el uso de la madera en la construcción especialmente por su capacidad ante los sismos, tomando en cuenta que vivimos en un país con alta incidencia sísmica.
4. Para una mayor durabilidad de las estructuras de madera en la construcción, es importante que todos los elementos que se utilicen para uniones, anclajes, etc., sean resistentes a la corrosión, ya sea de acero inoxidable, galvanizados, o con recubrimiento especial para su uso.
5. Promover las campañas de reforestación por medio de todos los sectores privados y estatales.



6. Siendo que Guatemala es un país altamente forestal y la madera un producto 100% renovable, es necesario fomentar el uso de la madera en la construcción.
7. Previa la construcción de una casa con madera, es importante someter el diseño arquitectónico con un calculista experto en madera que diseñe todos los elementos estructurales constructivos que conlleve, asimismo es importante identificar todos los factores que influyen en la construcción de la misma: tipo de suelo, pendientes del terreno, vientos predominantes, precipitación pluvial, orientación, etc.
8. Gracias a la tecnología con la que cuentan, es recomendable utilizar algunos aglomerados de madera, para el caso de algunas platinas de metal se recomienda sustituirlas por Placas de Corte fabricadas con Plywood Fenólico u OSB (**O**riented **S**trand **B**oard) .
9. Existen varias partes en la construcción de una vivienda con madera en donde es necesario utilizar clavos o tornillos ya sea para fijar o sujetar y es recomendable utilizar los que sean específicos para ese fin; utilizar cualquier tipo de clavo o tornillo funciona al principio, pero pone en riesgo la vivienda y principalmente a los habitantes.



BIBLIOGRAFÍA

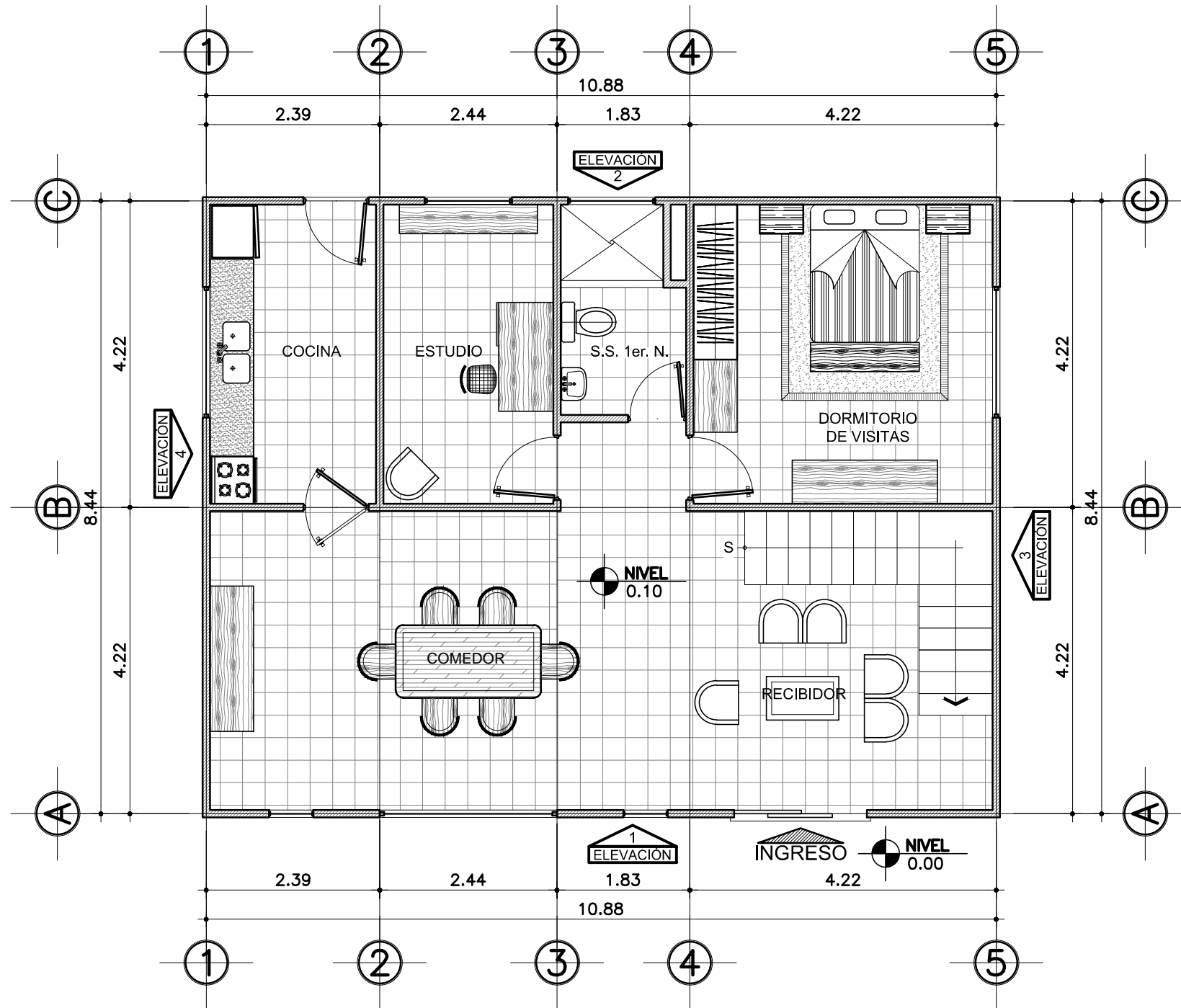
- Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la madera y corcho – AITIM - Manual de secado de madera. Canadá, 1998.
- Barrera, Gilberto. (1,998). Situación actual del uso y manejo de los Recursos naturales regionales de Guatemala, USAC.
- Batres, Gómez. (2001). Calculo de Rendimiento de Madera de Troza a Madera Aserrada. INAB, PAFG. Guatemala.
- Chavesta Custodio, Manuel. Identificación de maderas. La Molina, Perú, 2006.
- Dr. Gall Francis (2.000) Diccionario Geográfico De Guatemala. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. “Ing. Alfredo Obiols”
- Fernández C., Alejandro. Importancia del secado en la madera. 2009.
- Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2,001) Unidad de políticas e información estratégica. Guatemala, Guatemala.
- Jiménez, Adriane. (1,997). Agroforestería hoy, CATIE, Costa Rica.
- Junta del Acuerdo de Cartagena. Manual del Grupo Andino para el Secado de Maderas. 1ra. Edición. Perú, 1989.
- Océano/Centrum. (2,001) Biblioteca Atrium de la Carpintería.
- Materiales para la construcción. Barcelona, España. Tomo I. Ediciones Atrium, S.A. Grupo editorial S.A.
- Johan Van Lengen. Manual del Arquitecto Descalzo. Editorial Pax, México. 2004.
- Osmose Word Preseving Go. Of America. División Internacional. Estados Unidos de América.
- PAF. G. (1,996). Datos Básicos del Subsector Forestal de Guatemala, Revista.



- PLAN DE ACCION FORESTAL PARA GUATEMALA – PAFG - (1,998).
- PROCAFOR (1,999). Documento Base Conceptual para el Manejo de Confieras. Guatemala, Guatemala.
- Rubén Ananías. Departamento Ingeniería en Maderas. Universidad Del Biobio. Chile: Física de la madera. Chile. 2007.
- INAB. Base de Datos Forestales de Guatemala, Dataforg 4, Proyecto de Investigación Forestal, diciembre 2003.
Ing. Silvia Patricia Valdez Orellana, Coordinadora del Centro de Información y Documentación Forestal (CINFOR)
- CII, Centro de Investigaciones de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC
Ing. Freddy Alexander Contreras
- Manual de Dibujo Constructivo 1, Arquitecto Hugo Armas, USAC
- Manual, La construcción de viviendas con Madera, Corporación Chilena de La Madera, CORMA
- Tecnología de la Madera, Santiago Vignote Peña / Isaac Marines Roas, Edición 3, Madrid: Ediciones Mundi Prensa

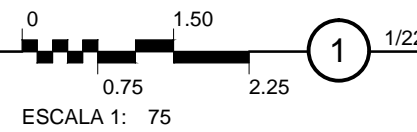
CONFERENCIA

- Conferencia Magistral, Introducción al uso de la Madera Estructural, conferencista Ingeniero Jesús Díaz, Feria de la Proveeduría, Guatemala marzo 2010.



PLANTA AMUEBLADA

1er. NIVEL



PROYECTO:

PROCESO CONSTRUCTIVO
DE UNA VIVIENDA CON MADERA

DISEÑO: ÁNGEL DÍAZ

CARNET: 94-18545

CALCULÓ: Cii, USAC

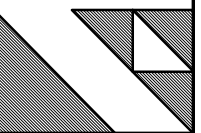
SECCIÓN Tecnología de la Madera

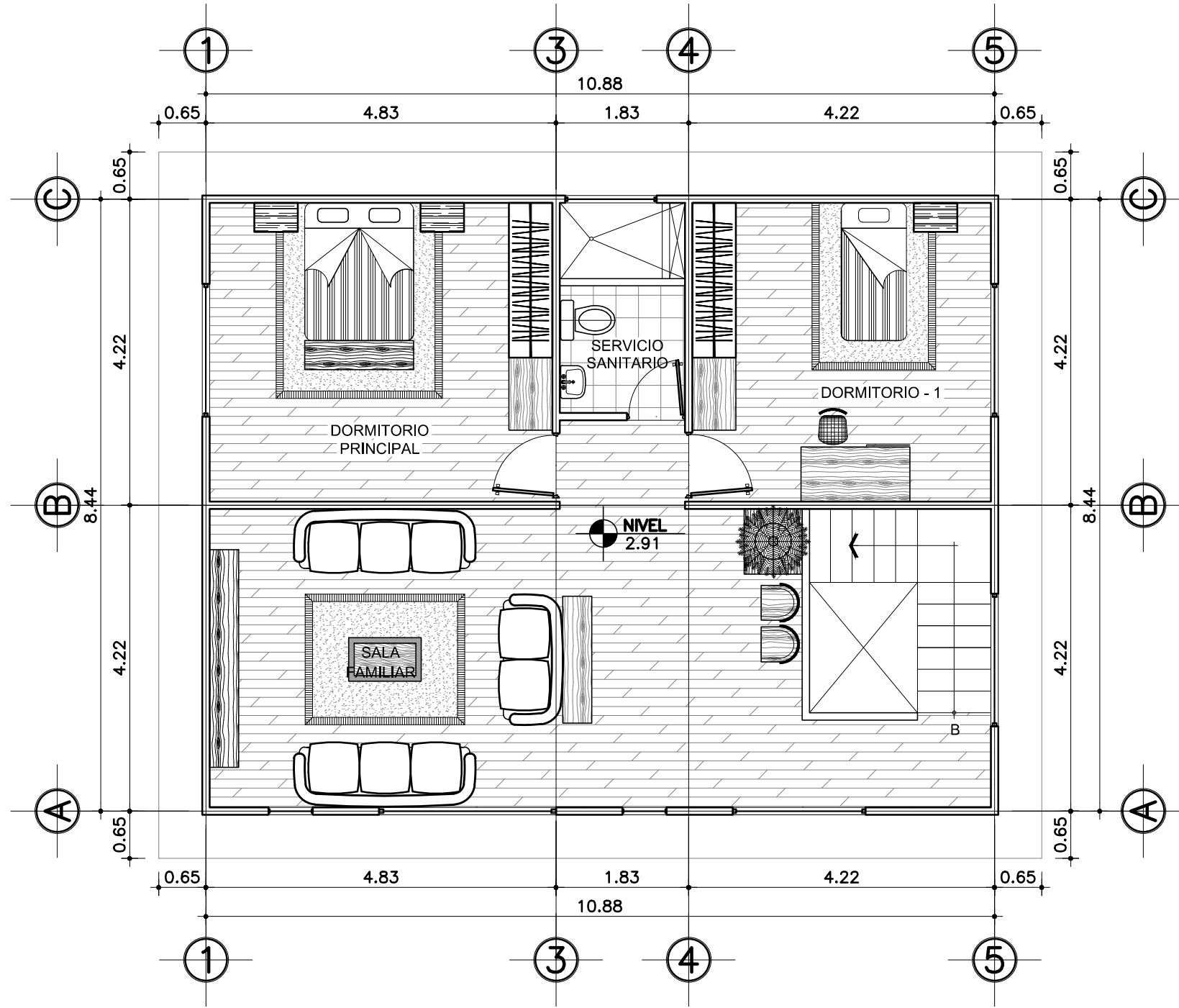
PLANO: PLANTA AMUEBLADA 1er. NIVEL

HOJA No.

1 / 22

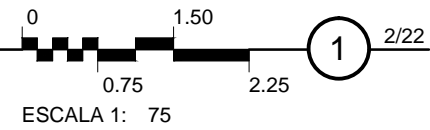
arquitectura





PLANTA AMUEBLADA

2do. NIVEL



PROYECTO:

PROCESO CONSTRUCTIVO
DE UNA VIVIENDA CON MADERA

DISEÑO:
ÁNGEL DÍAZ

CARNET:
94-18545

CALCULÓ:
Cii, USAC / SECCIÓN Tecnología de la Madera

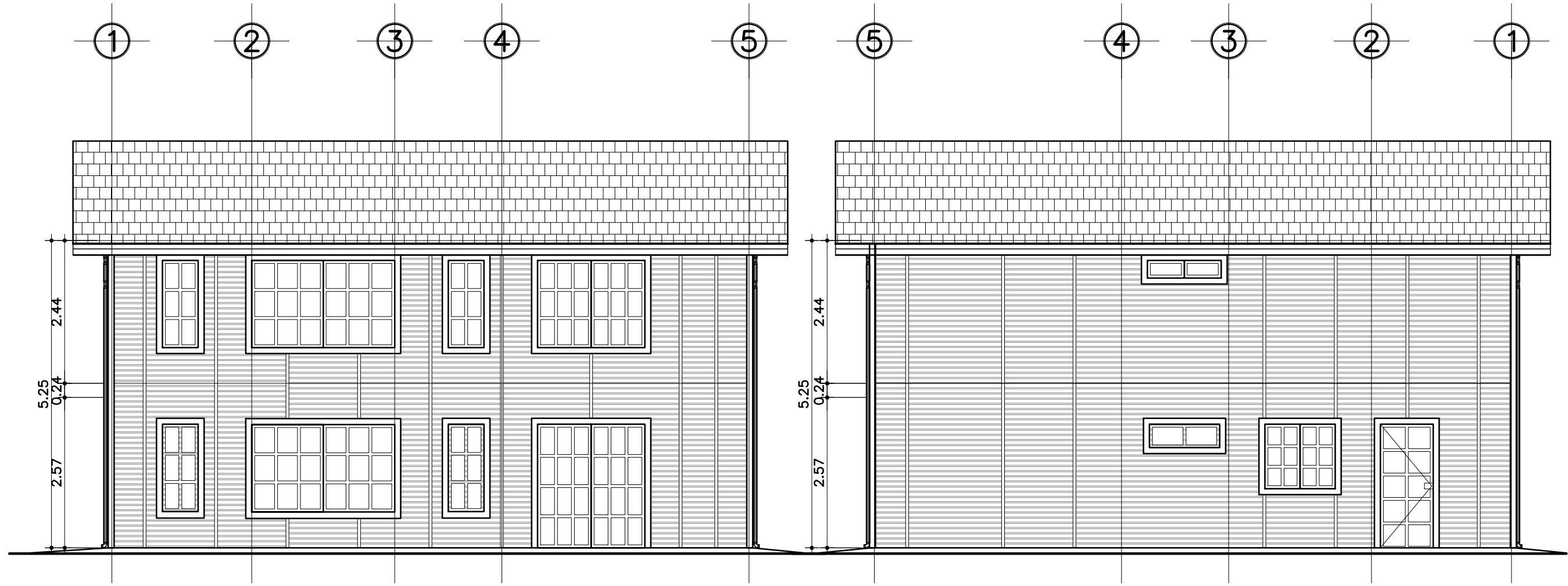
PLANO:
PLANTA AMUEBLADA 2do. NIVEL

HOJA No.

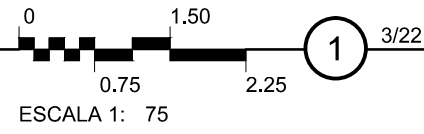
2 / 22

arquitectura

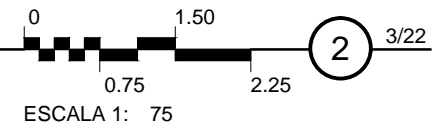




ELEVACIÓN - 1



ELEVACIÓN - 2



PROYECTO:

PROCESO CONSTRUCTIVO
DE UNA VIVIENDA CON MADERA

HOJA No.

3 / 22

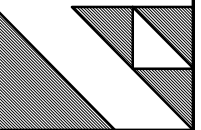
DISEÑO:
ÁNGEL DÍAZ

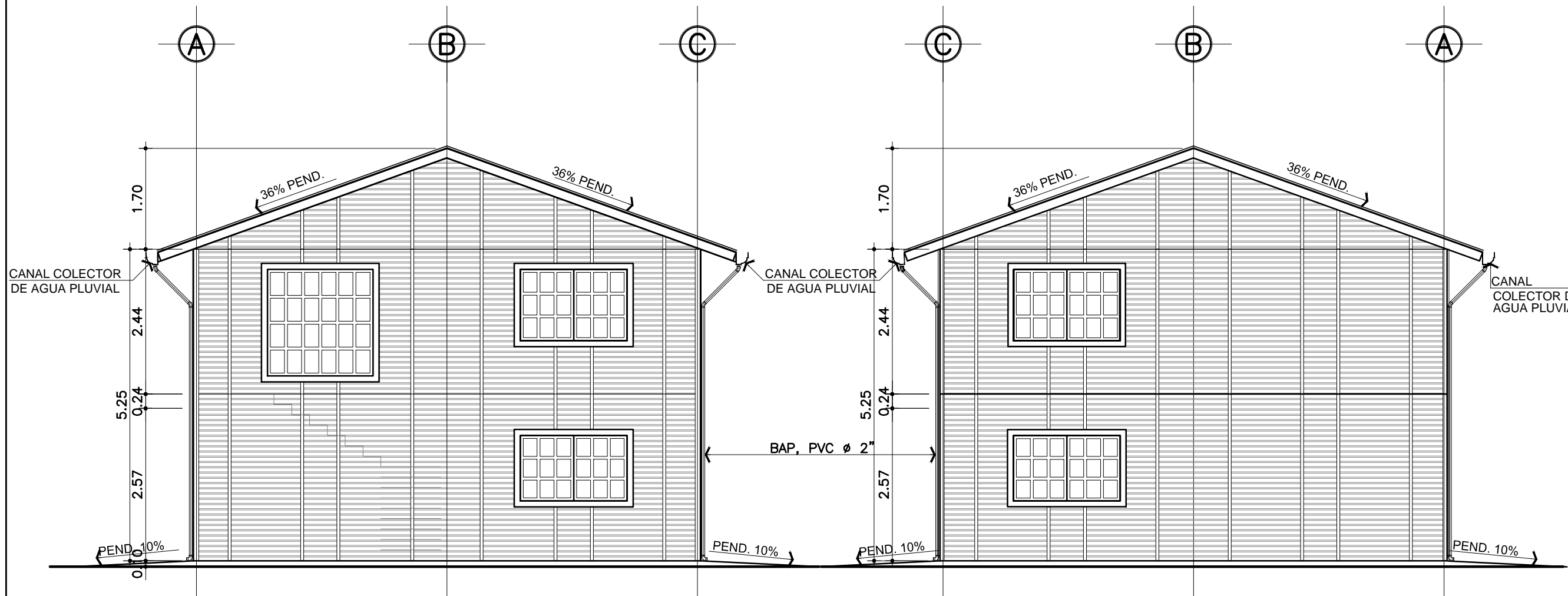
CARNET:
94-18545

CALCULÓ:
Cii, USAC / SECCIÓN Tecnología de la Madera

PLANO:
ELEVACIONES 1 y 2

arquitectura





ELEVACIÓN LATERAL - 3

ESCALA 1: 75

1 4/22

ELEVACIÓN LATERAL - 4

ESCALA 1: 75

2 4/22

PROCESO CONSTRUCTIVO
DE UNA VIVIENDA CON MADERA

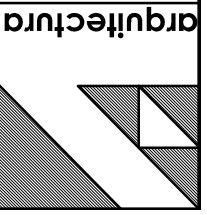
PROYECTO:

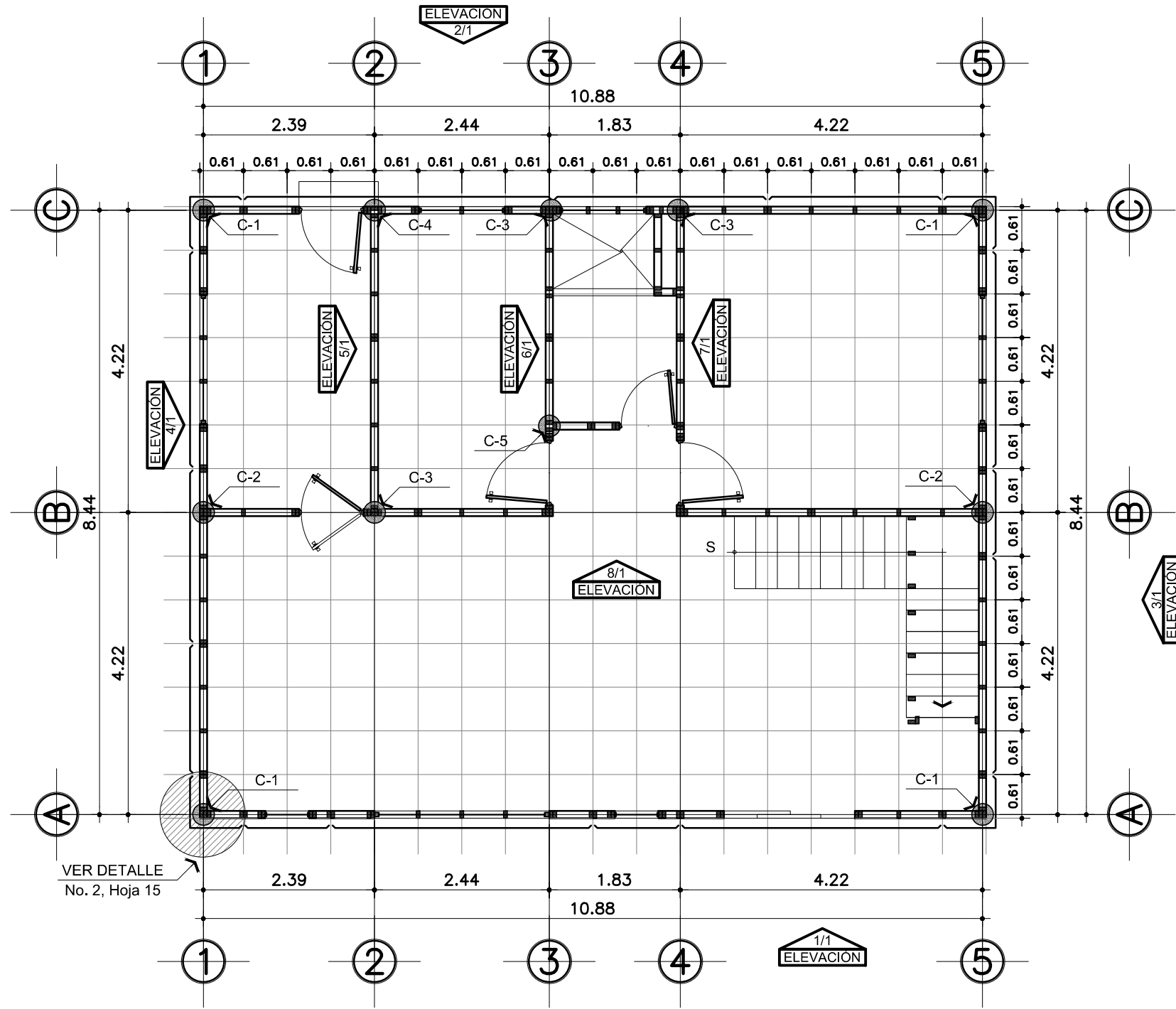
DISEÑO:
ÁNGEL DÍAZ

CARNET:
94-18545

SECCIÓN Tecnología de la Madera

PLANO:
ELEVACIONES 3 Y 4

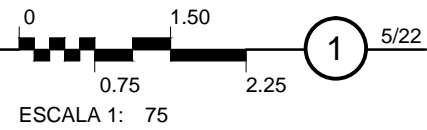




VER DETALLE
No. 2, Hoja 15

PLANTA 1er. NIVEL

COLOCACIÓN DE PIE DERECHO



NOTA: VER DETALLE DE COLUMNAS EN HOJA No. 15

arquitectura

PROYECTO:

PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA CON MADERA

DISEÑO:

ÁNGEL DÍAZ

CARNET:

94-18545 Cii, USAC

CALCULÓ:

Cii, USAC

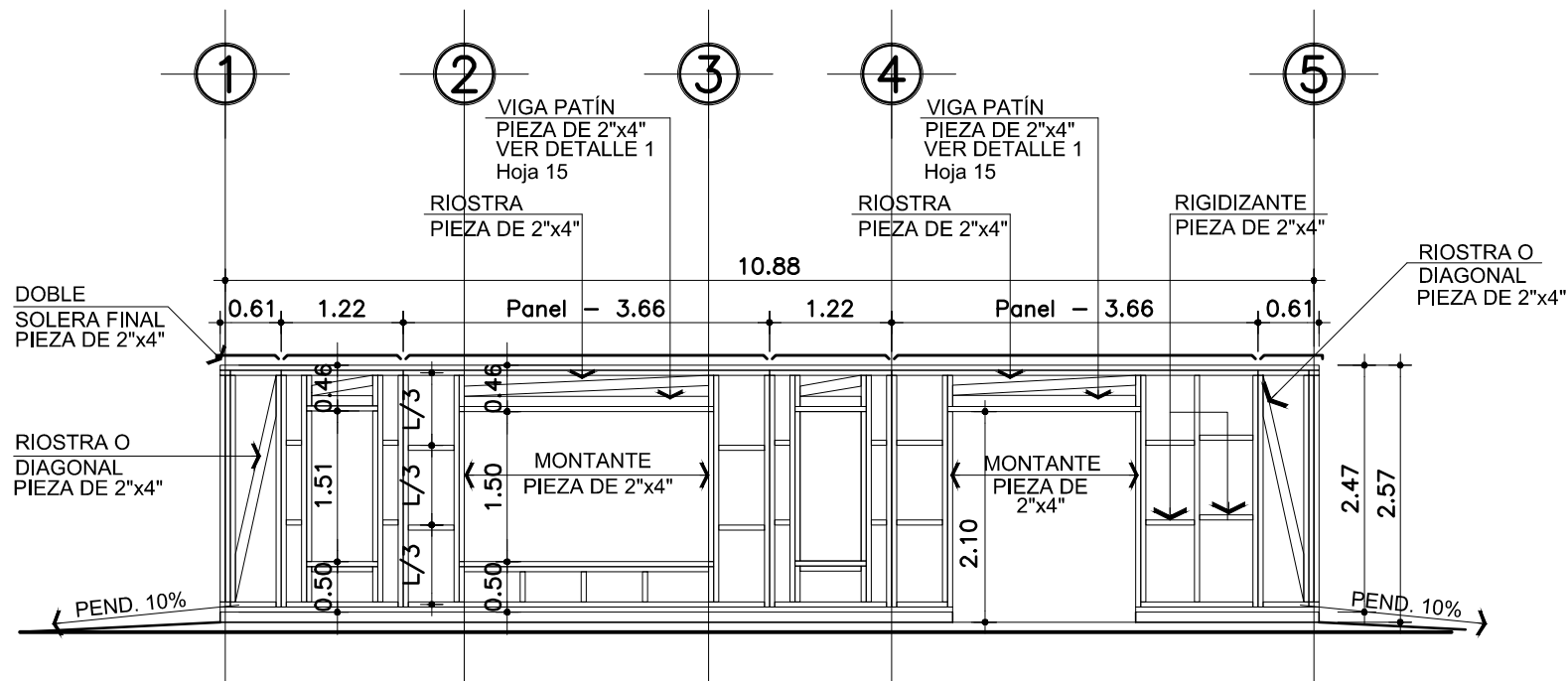
SECCIÓN Tecnología de la Madera

PLANO:

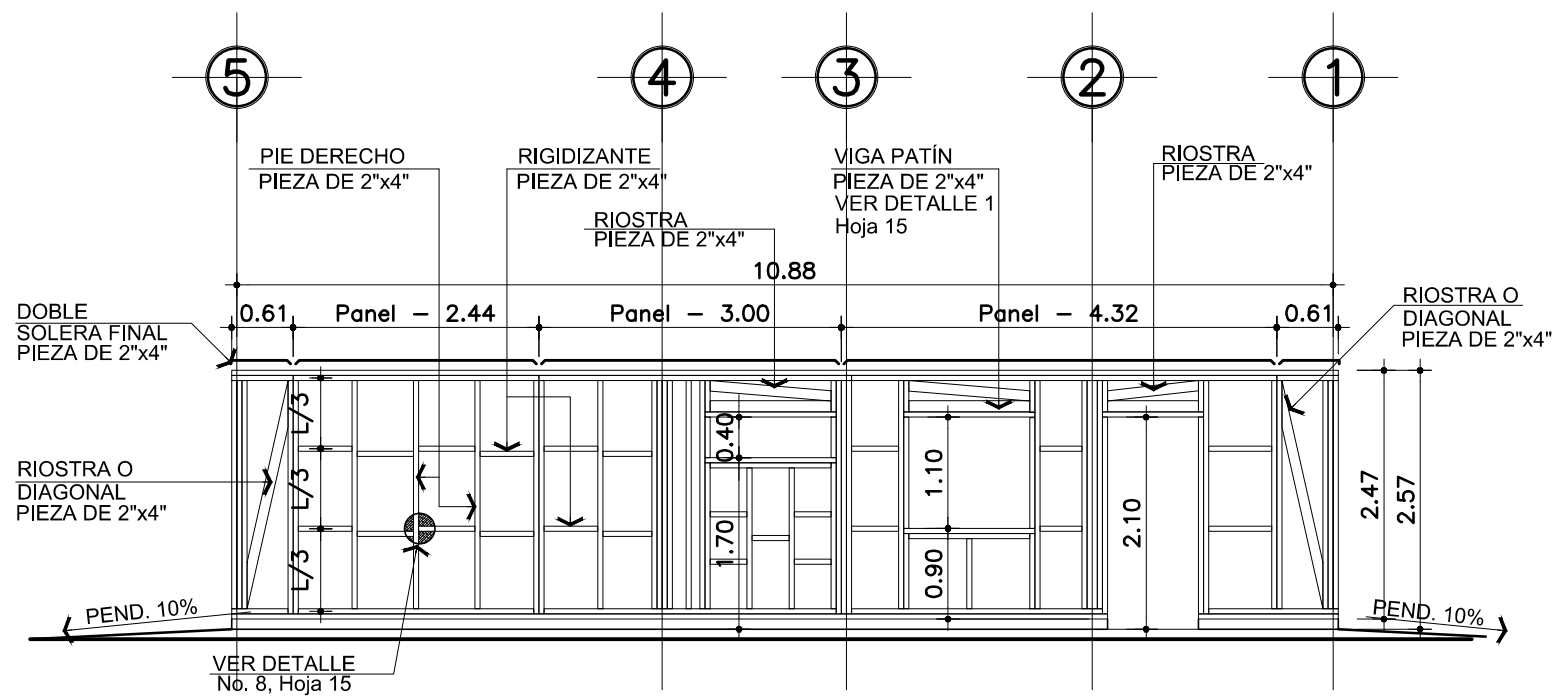
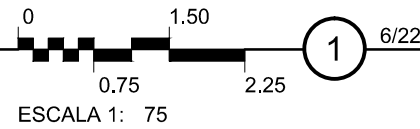
UBICACIÓN DE PIE DERECHOS 1er. NIVEL

HOJA No.

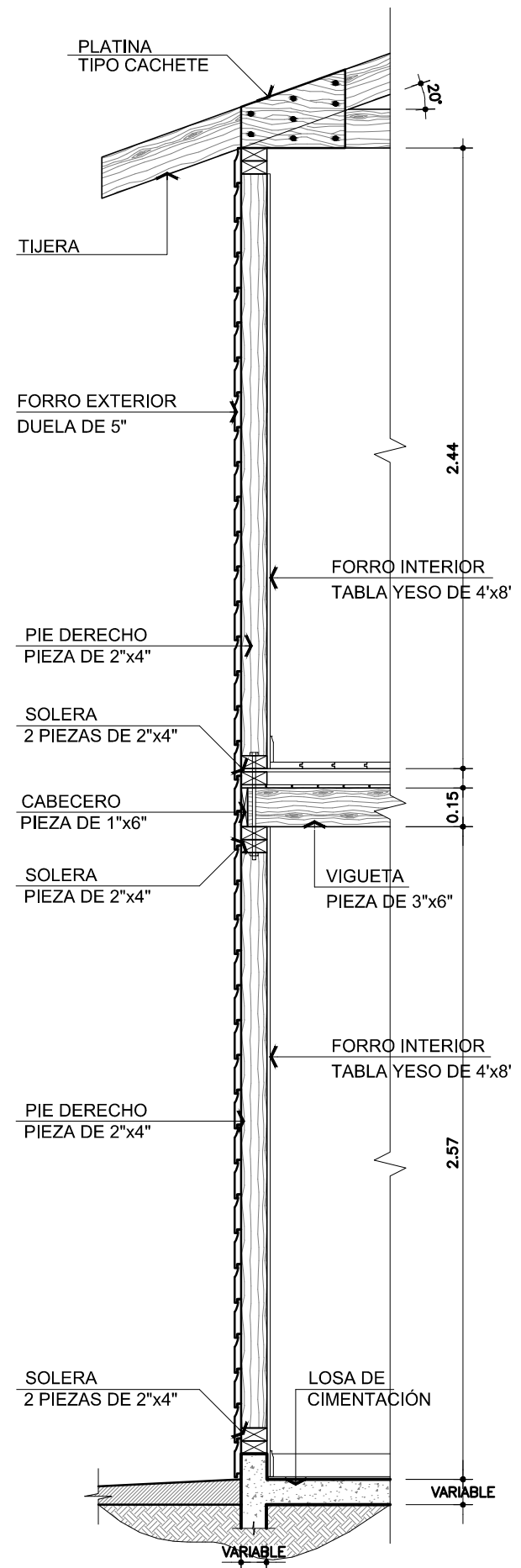
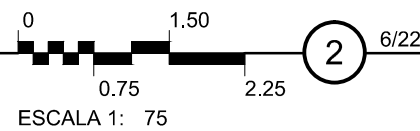
5 / 22



ELEVACIÓN 1/1



ELEVACIÓN 2/1

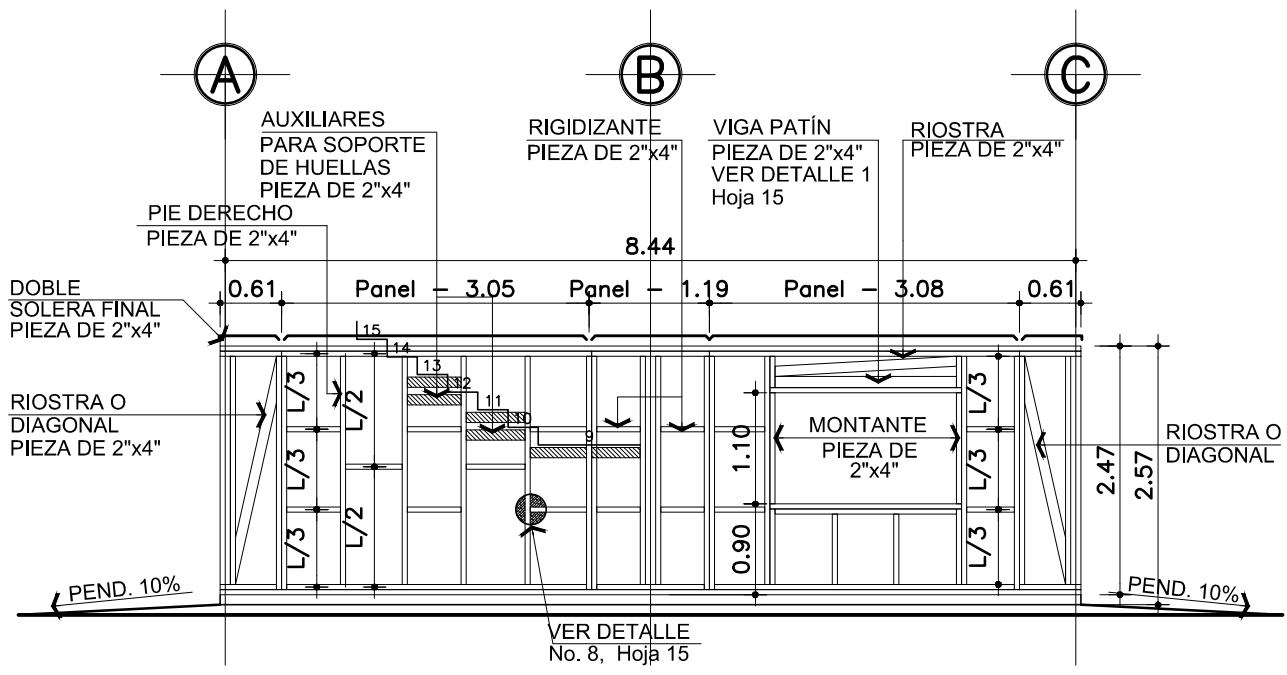


CORTE DE MURO TÍPICO
ESCALA 1:25

NOTA: TODAS LAS PIEZAS UNIRLAS ENTRE SÍ CON TORNILLOS SPAX, LOS RIGIDIZANTES CON LOS PIES DERECHOS UNIRLOS CON CLAVOS LANCCERO

NOTA: VER DETALLE 1, HOJA 15, VIGA PATÍN

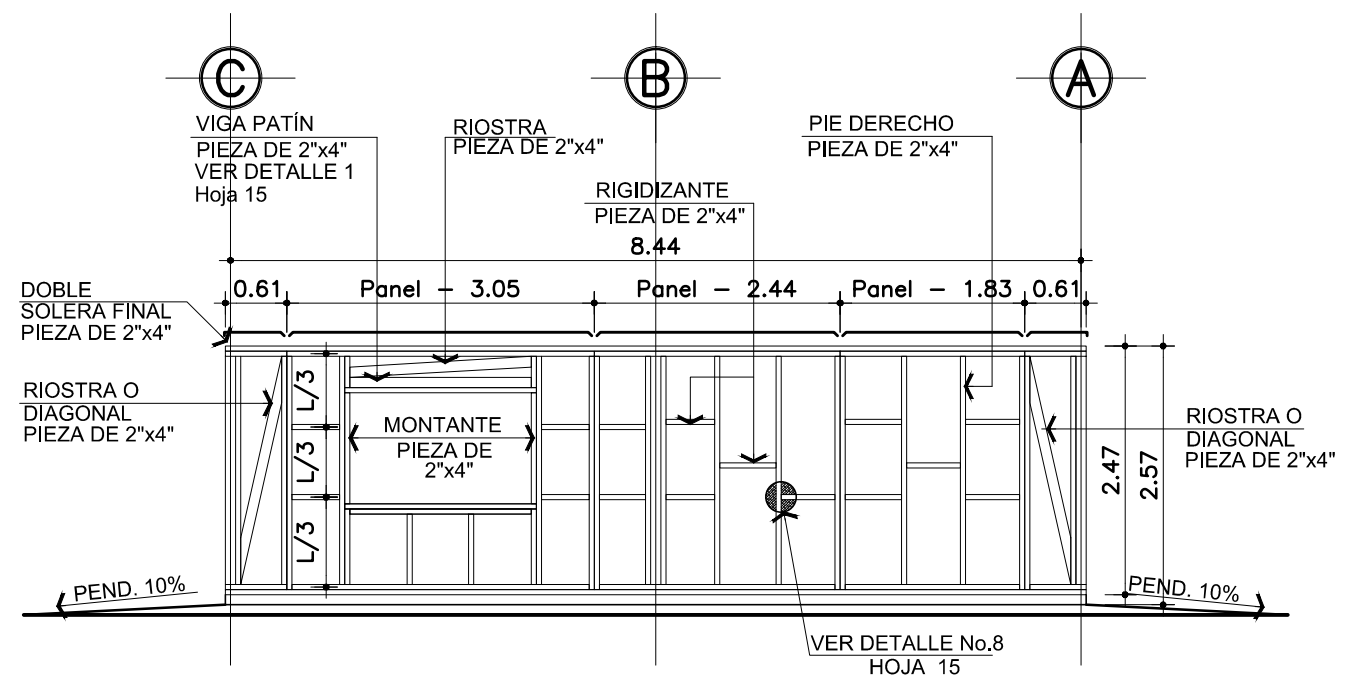
arquitectura	PROYECTO:	PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA CON MADERA		
	DISEÑO:	ÁNGEL DÍAZ	CARNET:	94-18545 Cii, USAC
	CALCULÓ:	Cii, USAC		
	PLANO:	ELEVACIONES ESTRUCTURALES 1 DE 1er. NIVEL Y CORTE DE MURO TÍPICO		
	HOJA No.	6	22	



ELEVACIÓN - 3/1

ESCALA 1: 75

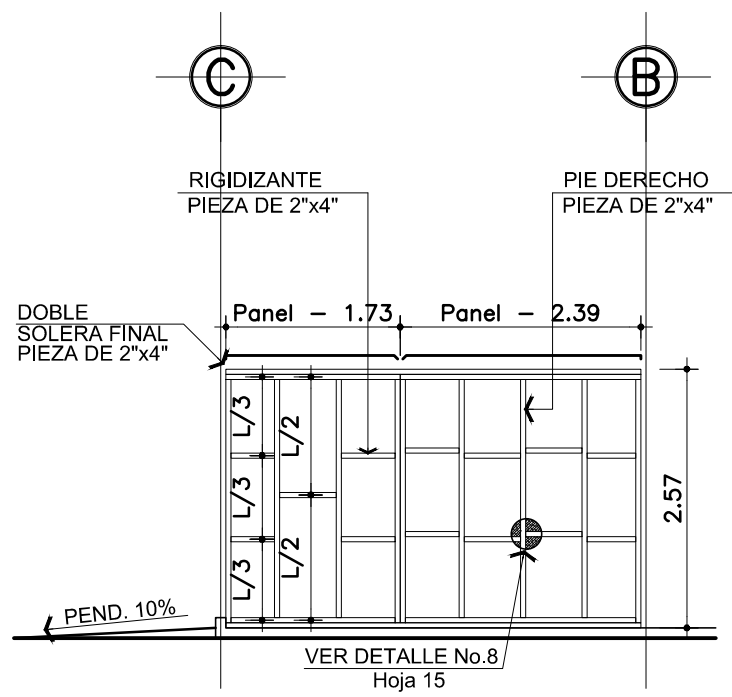
1 7/22



ELEVACIÓN - 4/1

ESCALA 1: 75

2 7/22



ELEVACIÓN - 5/1

ESCALA 1: 75

3 7/22

NOTA: TODAS LAS PIEZAS UNIRLAS ENTRE SI CON TORNILLOS SPAX, LOS RIGIDIZANTES CON LOS PIES DERECHOS UNIRLOS CON CLAVOS LANCERO

PROYECTO: PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA CON MADERA

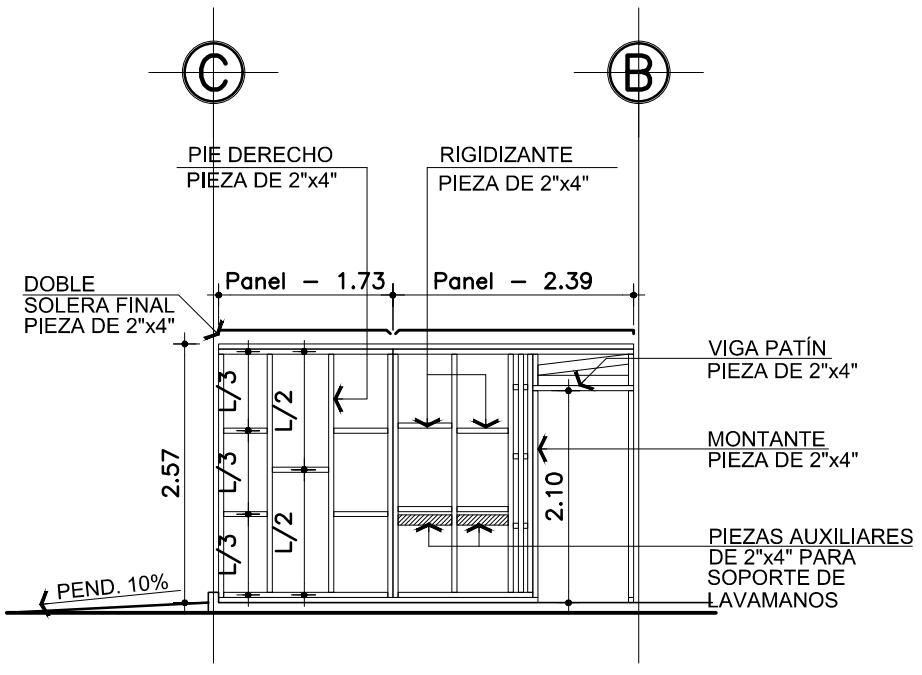
arquitectura

DISEÑO: ÁNGEL DÍAZ

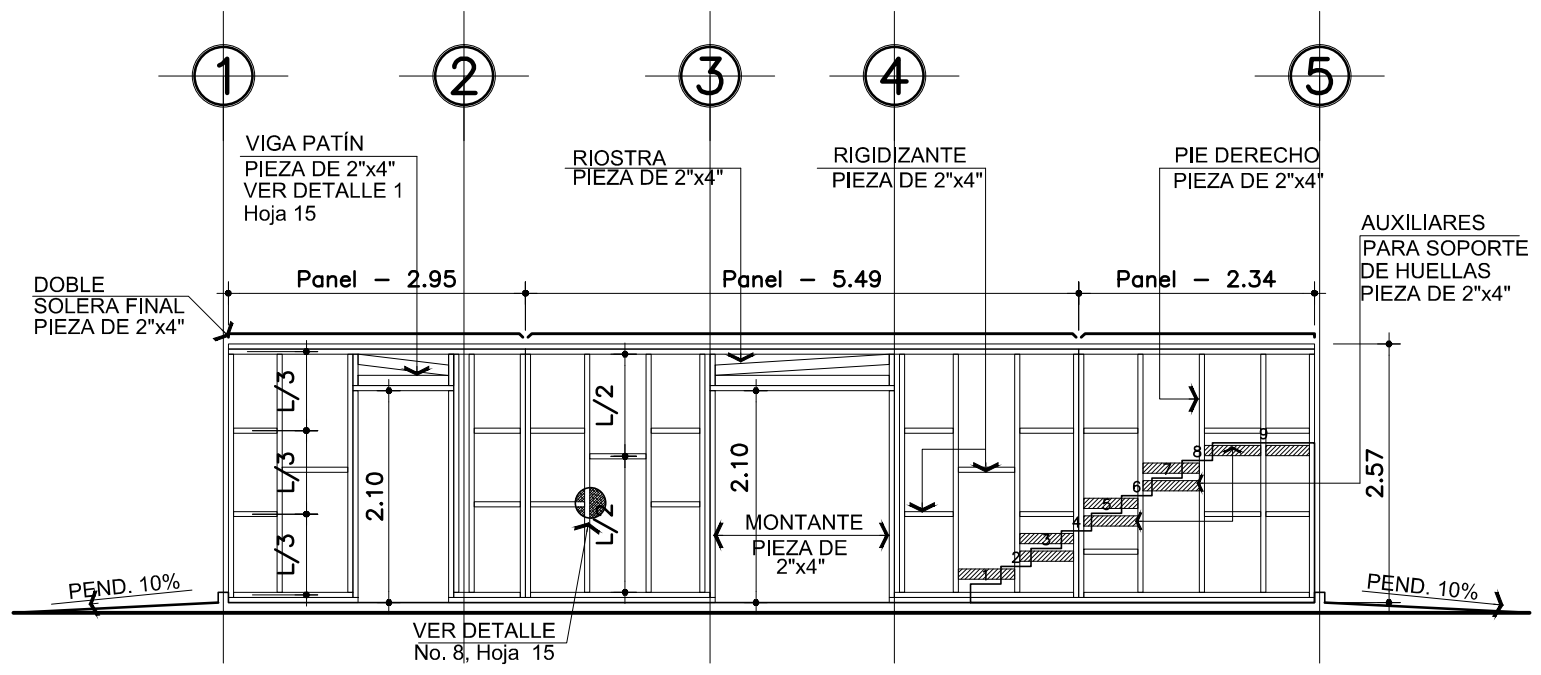
CARNET: 94-18545 Cii, USAC

SECCIÓN: Tecnología de la Madera

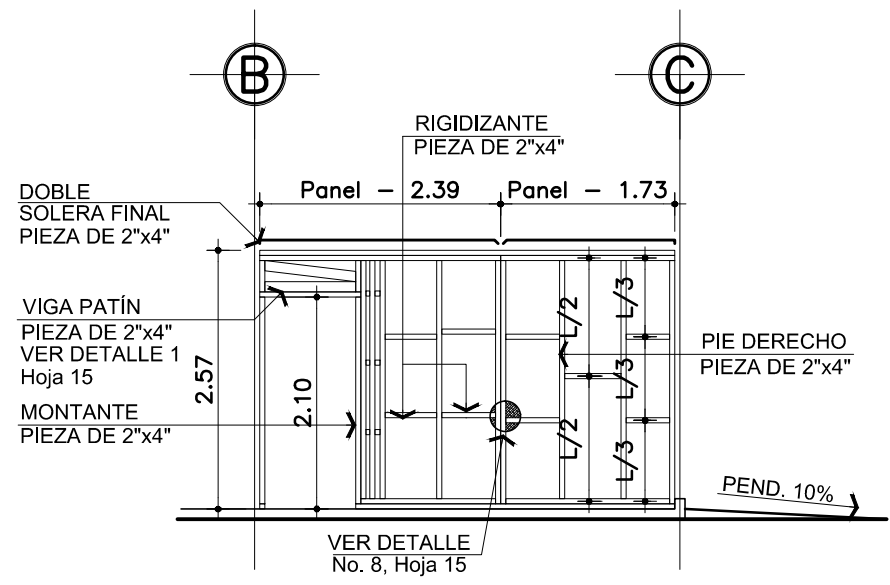
PLANO: ELEVACIONES ESTRUCTURALES 3, 4 y 5 DE 1er. NIVEL



ELEVACIÓN - 6/1
 ESCALA 1: 75
 1 8/22



ELEVACIÓN - 8/1
 ESCALA 1: 75
 2 8/22



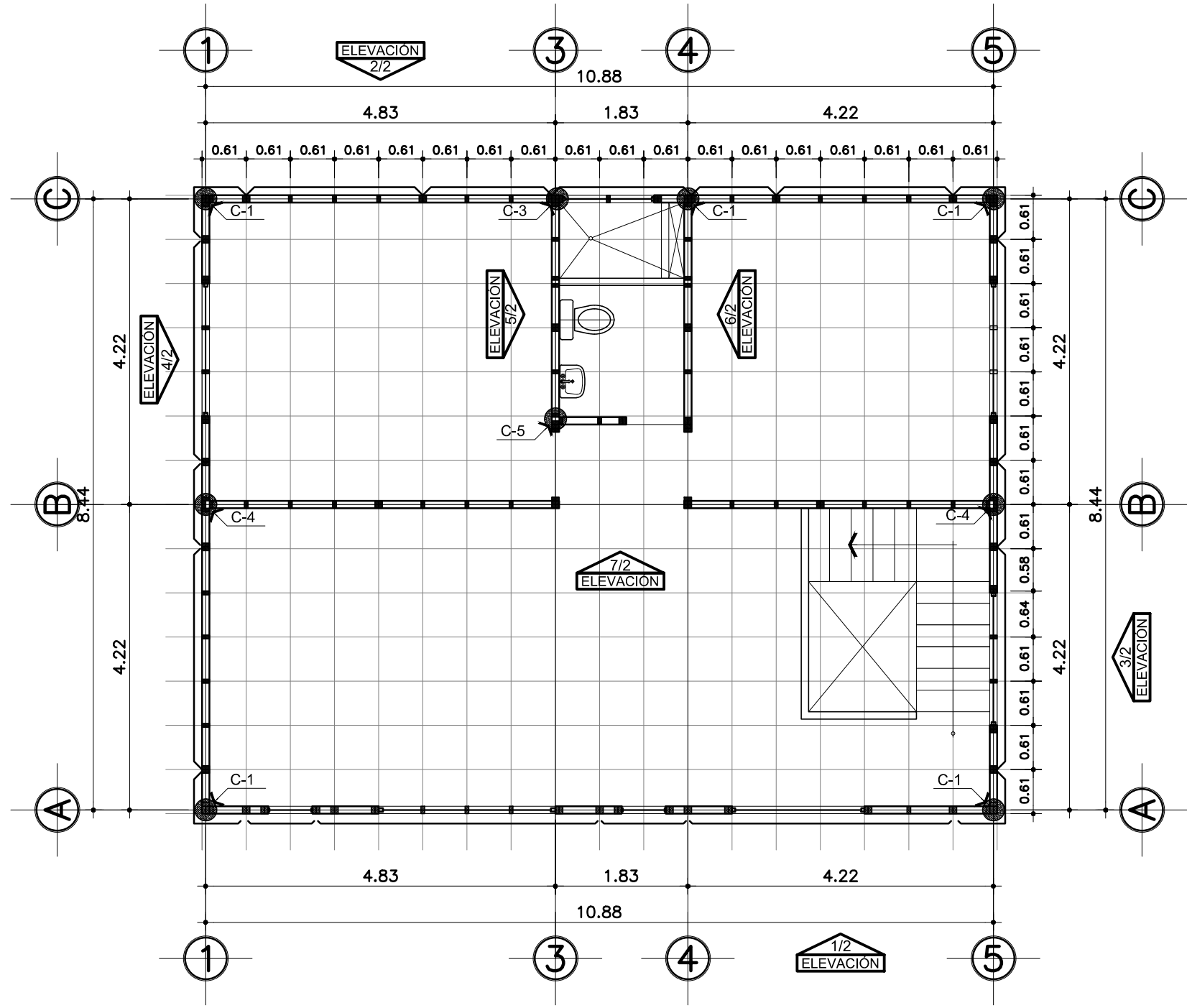
ELEVACIÓN - 7/1
 ESCALA 1: 75
 3 8/22

NOTA: TODAS LAS PIEZAS UNIRLAS ENTRE SI CON TORNILLOS SPAX, LOS RIGIDIZANTES CON LOS PIES DERECHOS UNIRLOS CON CLAVOS LANCERO

PROYECTO: PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA CON MADERA

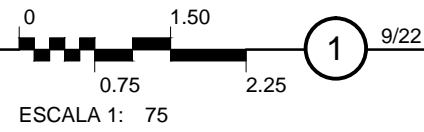
arquitectura

DISEÑO: ÁNGEL DÍAZ
 CÁLCULO: Cii, USAC
 CARNET: 94-18545
 SECCIÓN: Tecnología de la Madera
 PLANO: ELEVACIONES ESTRUCTURALES 6, 7 y 8 DE 1er. NIVEL



PLANTA 2do. NIVEL

COLOCACIÓN DE PIE DERECHO



NOTA: VER DETALLE DE COLUMNAS EN HOJA No. 15

PROYECTO:

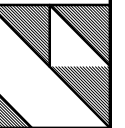
PROCESO CONSTRUCTIVO
DE UNA VIVIENDA CON MADERA

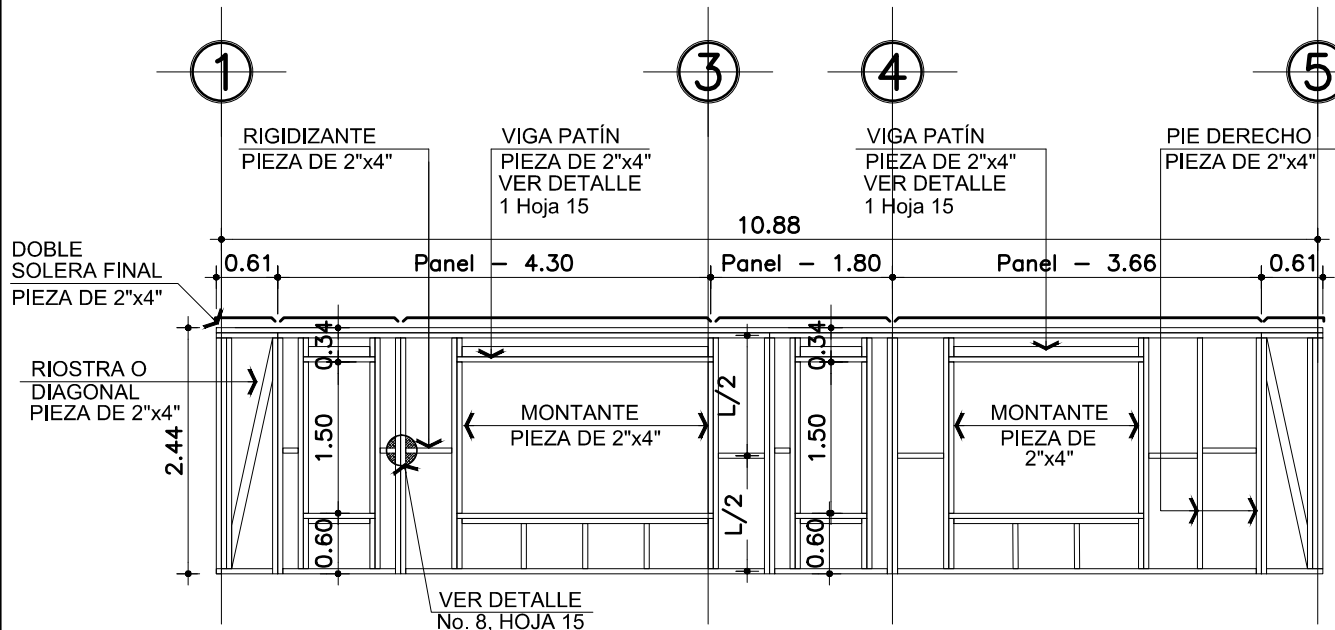
DISEÑO: ÁNGEL DÍAZ CARNET: 94-18545 Cii, USAC SECCIÓN Tecnología de la Madera PLANO: UBICACIÓN DE PIES DERECHOS, 2do. NIVEL

HOJA No.

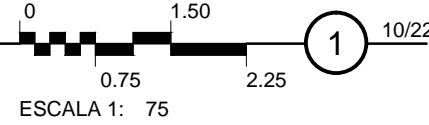
9 / 22

arquitectura

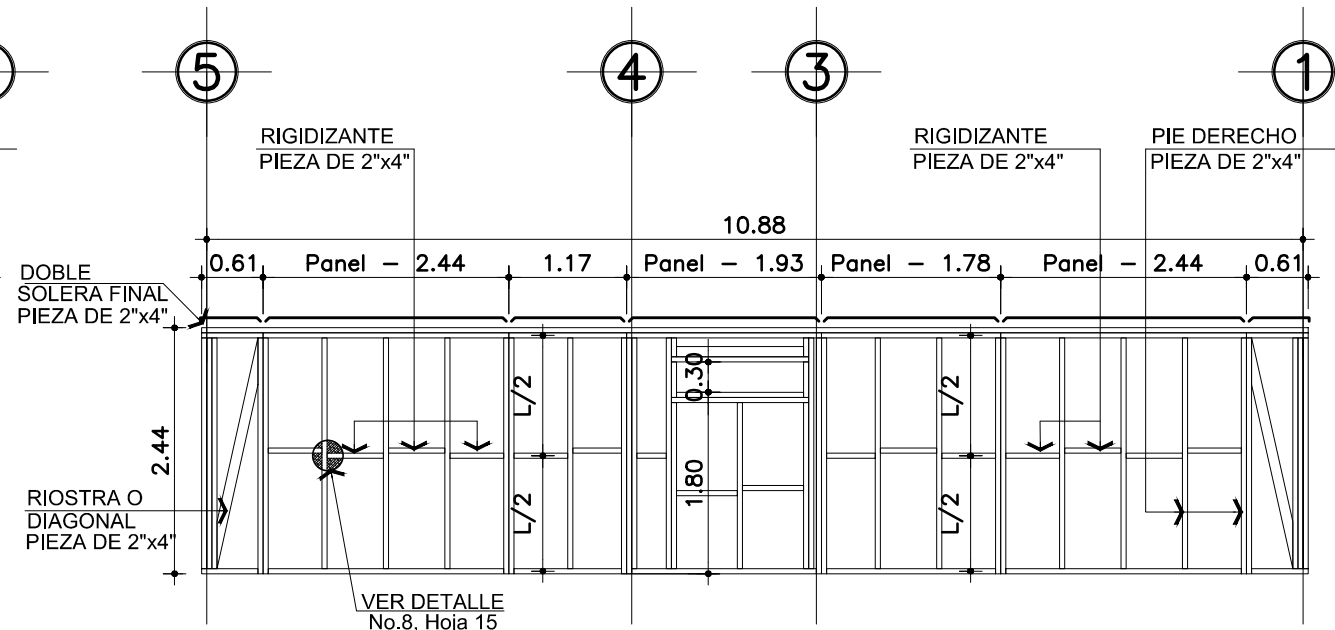




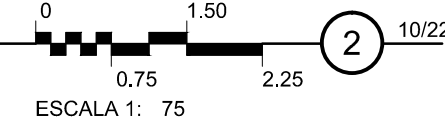
ELEVACIÓN - 1/2



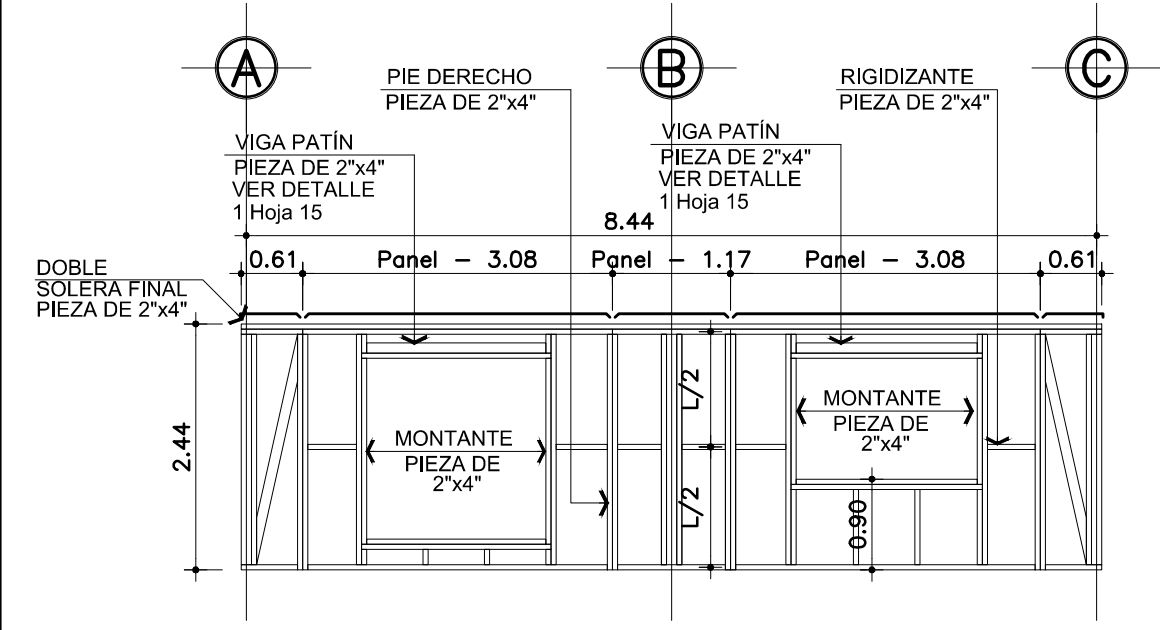
1 10/22



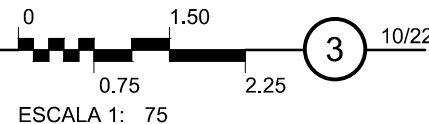
ELEVACIÓN - 2/2



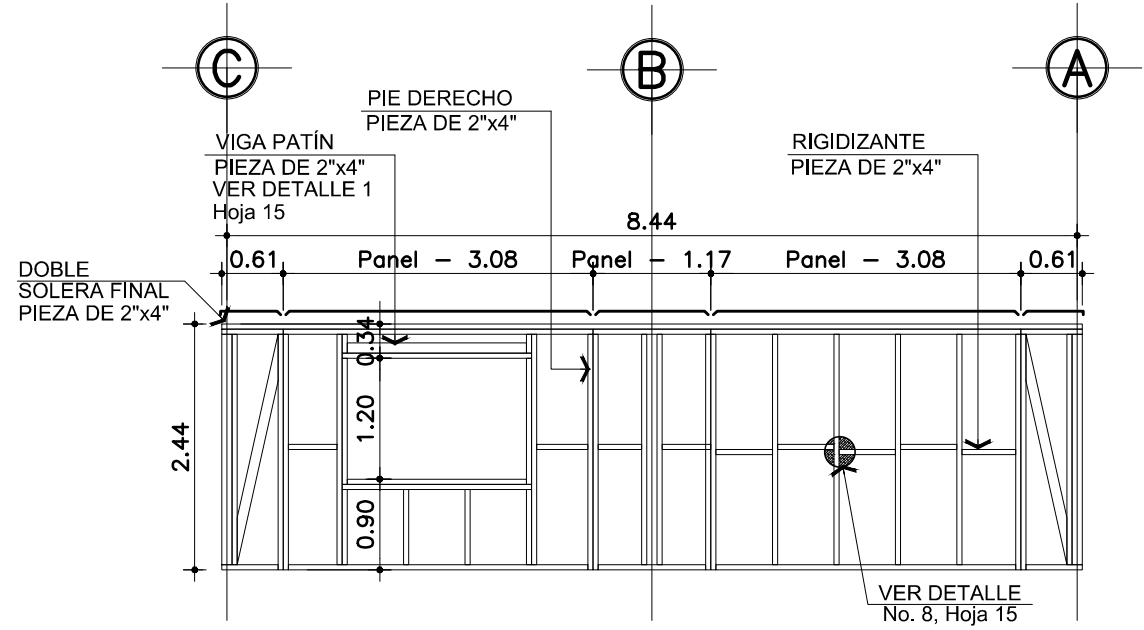
2 10/22



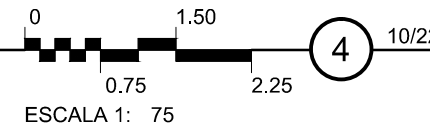
ELEVACIÓN - 3/2



3 10/22



ELEVACIÓN - 4/2

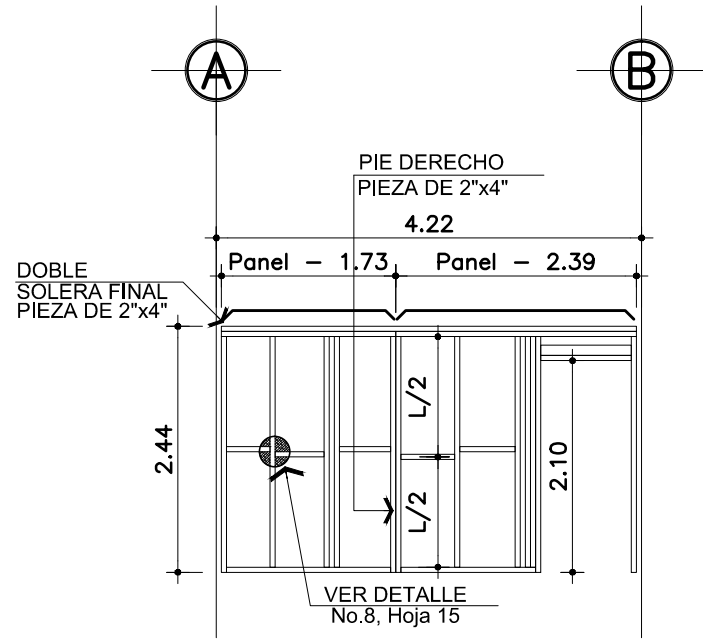


4 10/22

NOTA: TODAS LAS PIEZAS UNIRLAS ENTRE SÍ CON TORNILLOS SPAX, LOS RIGIDIZANTES CON LOS PIES DERECHOS UNIRLOS CON CLAVOS LANCERO

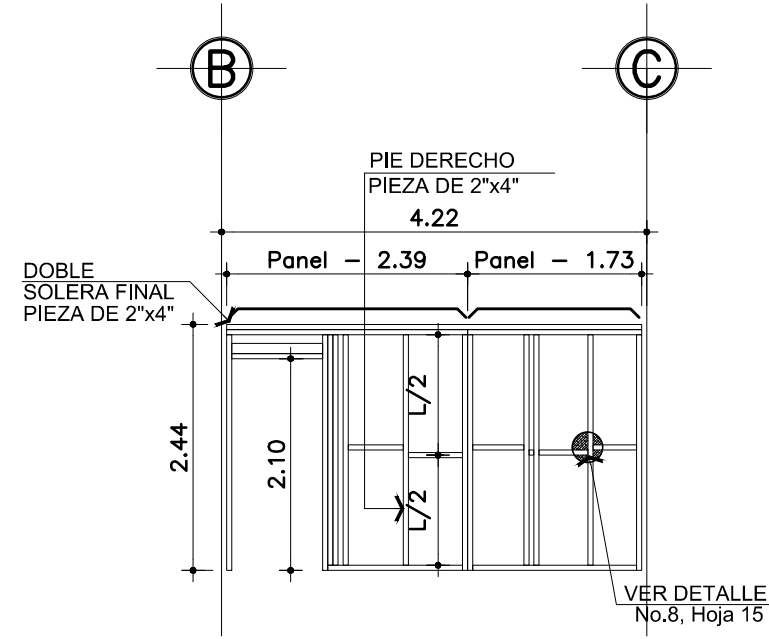
PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA CON MADERA

PROYECTO:	arquitectura
DISEÑO:	ÁNGEL DÍAZ
CARNET:	94-18545 Cii, USAC
CALCULÓ:	Cii, USAC
SECCIÓN:	Tecnología de la Madera
PLANO:	ELEVACIONES ESTRUCTURALES
	1, 2, 3 y 4 DE 2do. Nivel



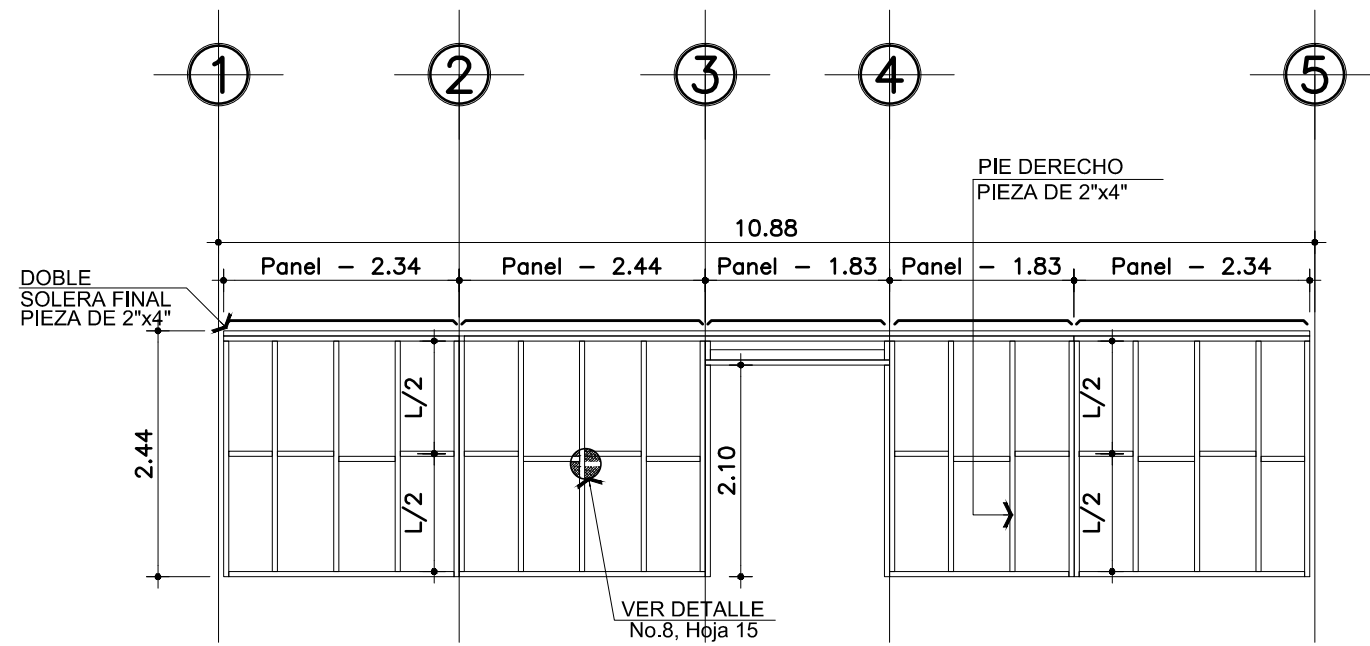
ELEVACIÓN - 5/2

ESCALA 1: 75



ELEVACIÓN - 6/2

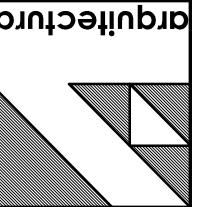
ESCALA 1: 75



ELEVACIÓN - 7/2

ESCALA 1: 75

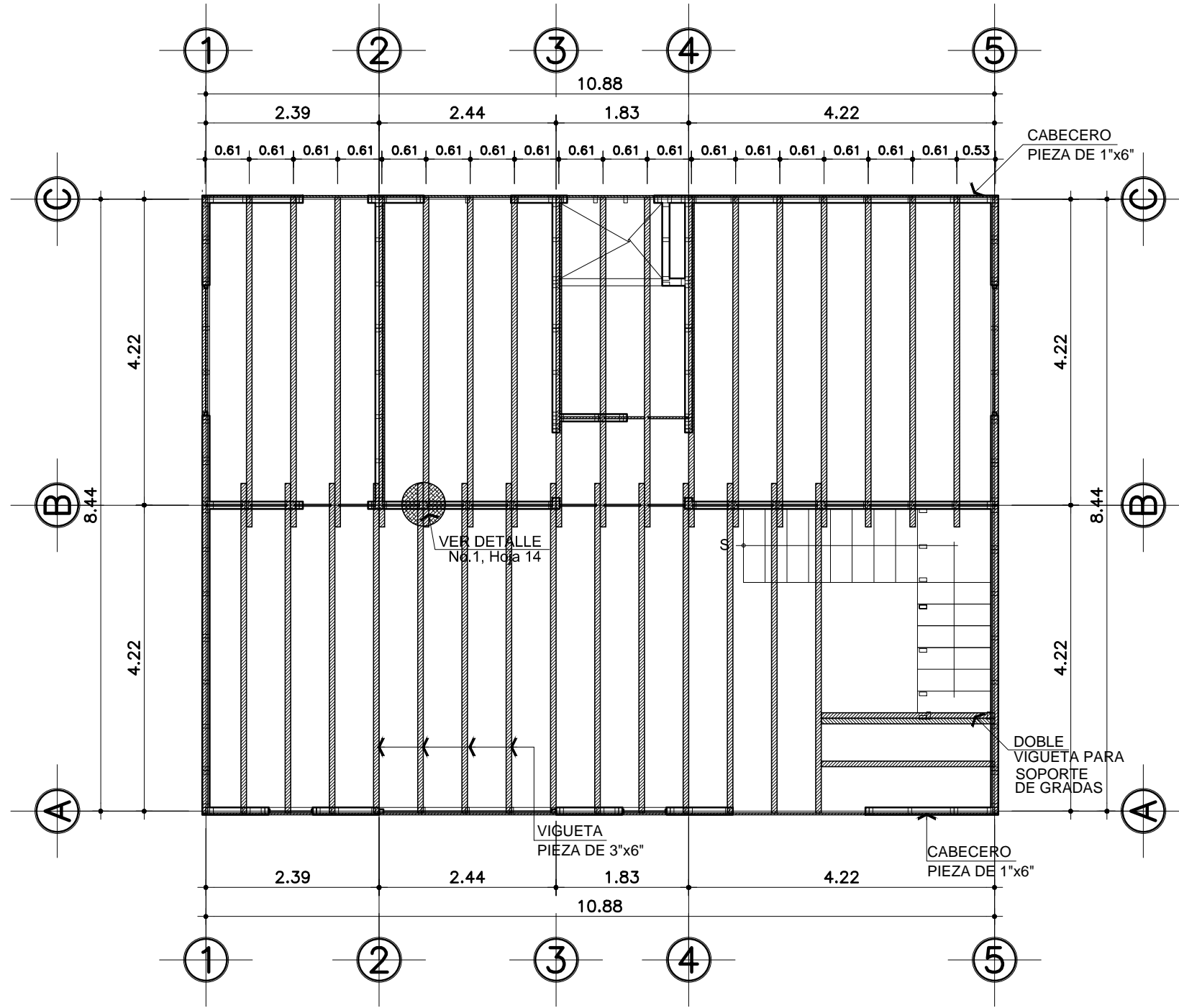
NOTA: TODAS LAS PIEZAS UNIRLAS ENTRE SÍ CON TORNILLOS SPAX, LOS RIGIDIZANTES CON LOS PIES DERECHOS UNIRLOS CON CLAVOS LANCERO



PROYECTO:

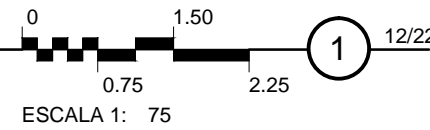
PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA CON MADERA

DISEÑO: ÁNGEL DÍAZ / CARNET: 94-18545 Cii, USAC / SECCIÓN Tecnología de la Madera / PLANO: ELEVACIONES ESTRUCTURALES 5, 6 y 7 DE 2do. NIVEL



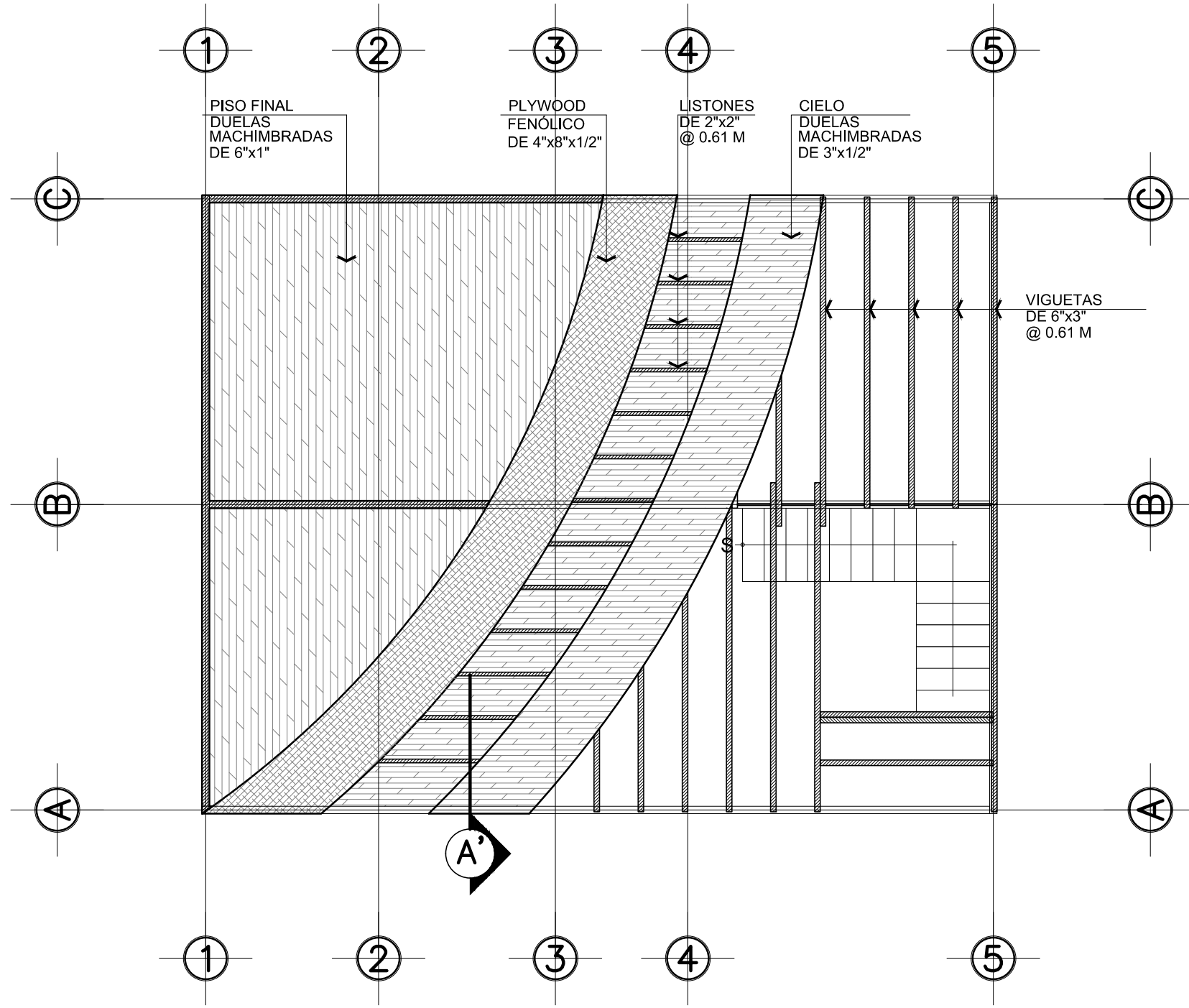
PLANTA 1er. NIVEL

DISTRIBUCIÓN DE VIGUETAS



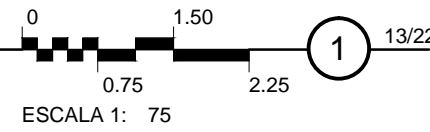
NOTA: TODAS LAS PIEZAS UNIRLAS ENTRE SÍ CON TORNILLOS SPAX, LOS RIGIDIZANTES CON LOS PIES DERECHOS UNIRLOS CON CLAVOS LANCERO

	PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA CON MADERA		PLANO: DISTRIBUCIÓN DE VIGUETAS	HOJA No. 12/22
	DISEÑO: ÁNGEL DÍAZ	CARNET: 94-18545 Cii, USAC	CALCULÓ: Cii, USAC	SECCIÓN Tecnología de la Madera



PLANTA 1er. NIVEL

ARMADO DE ENTREPISO



NOTA: TODAS LAS PIEZAS UNIRLAS ENTRE SÍ CON TORNILLOS SPAX, LOS RIGIDIZANTES CON LOS PIES DERECHOS UNIRLOS CON CLAVOS LANCERO

NOTA: VER CORTE "A" EN HOJA No. 14

PROYECTO:

PROCESO CONSTRUCTIVO
DE UNA VIVIENDA CON MADERA

PLANO:
ARMADO DE ENTREPISO

SECCIÓN Tecnología de la Madera

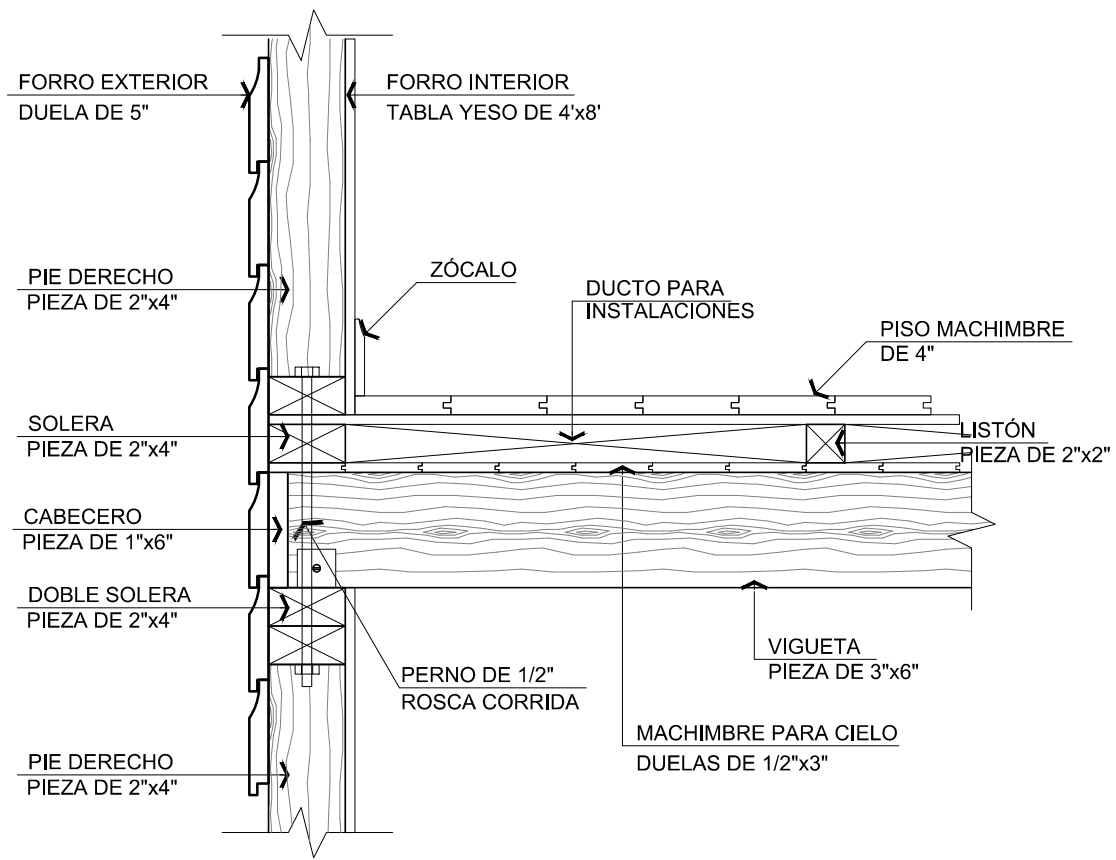
DISEÑO: CÁLCULO:

ÁNGEL DÍAZ 94-18545 Cii, USAC

HOJA No.

13/22

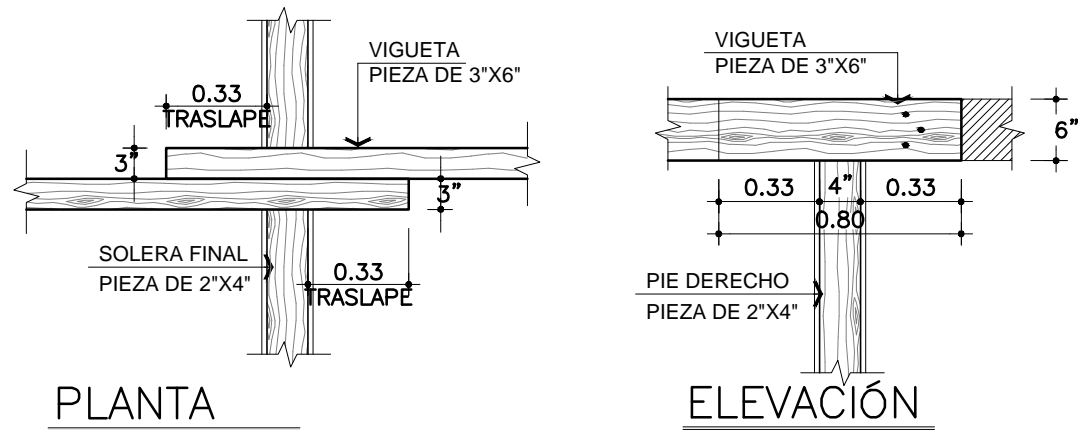
arquitectura



CORTE A

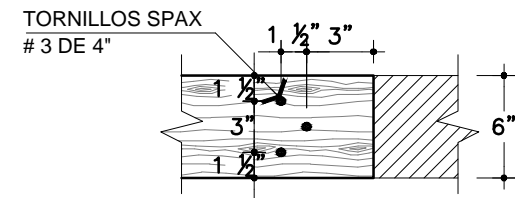
DETALLE DE ENTREPISO

SIN ESCALA



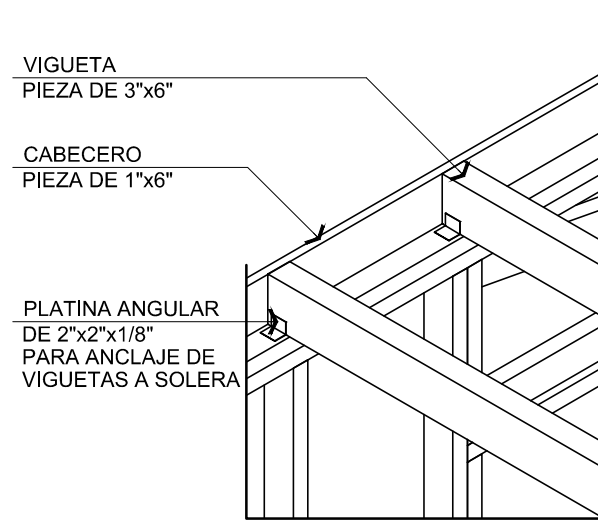
PLANTA

ELEVACIÓN



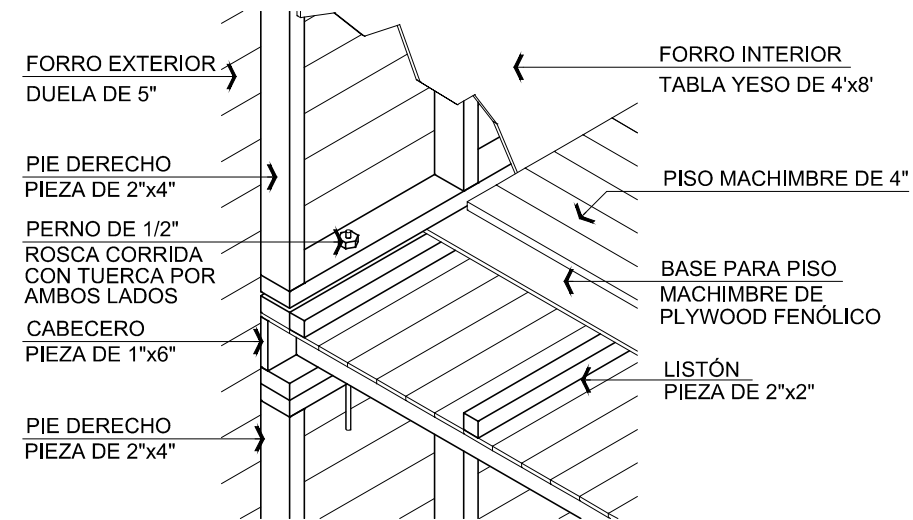
UBICACIÓN DE TORNILLOS SPAX EN TRASLAPE DE VIGUETAS

DETALLE DE TRASLAPE DE VIGUETAS EN SOBRE TABIQUE



DETALLE DE ENTREPISO

DETALLE DE ENTREPISO



SIN ESCALA

PROYECTO: PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA CON MADERA

arquitectura

DISEÑO:

ÁNGEL DÍAZ

CARNET:

94-18545 Cii, USAC

CALCULÓ:

SECCIÓN Tecnología de la Madera

PLANO:

DETALLES DE ENTREPISO

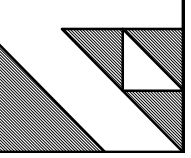
HOJA No.

14 22

PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA CON MADERA

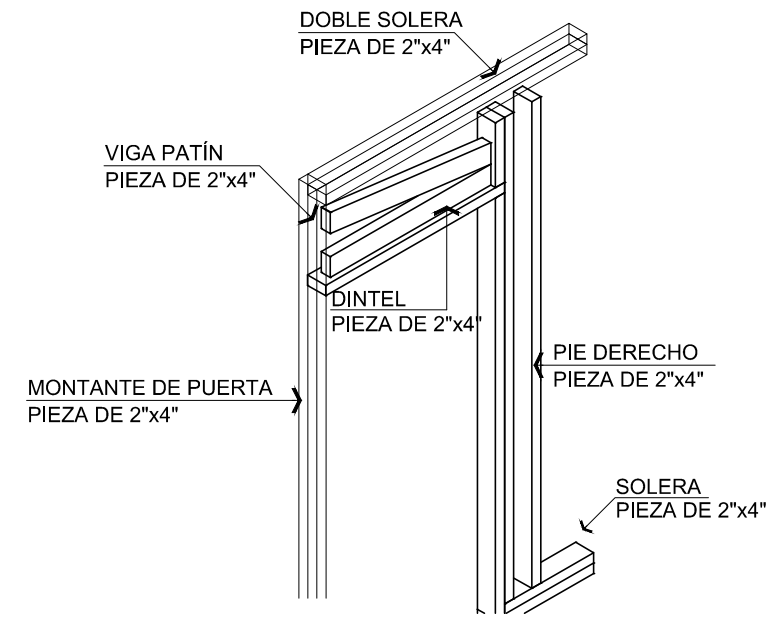
PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA CON MADERA

arquitectura

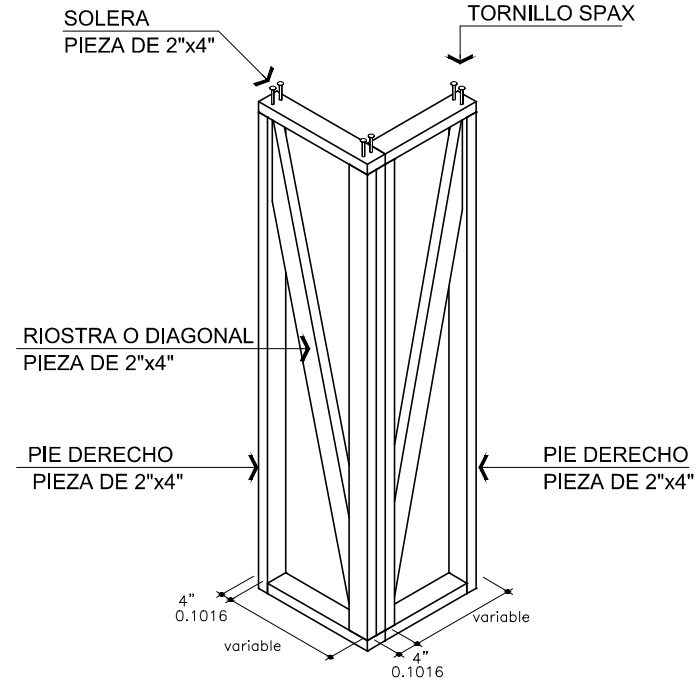


PROYECTO: CÁLCULO: Cii, USAC / SECCIÓN Tecnología de la Madera

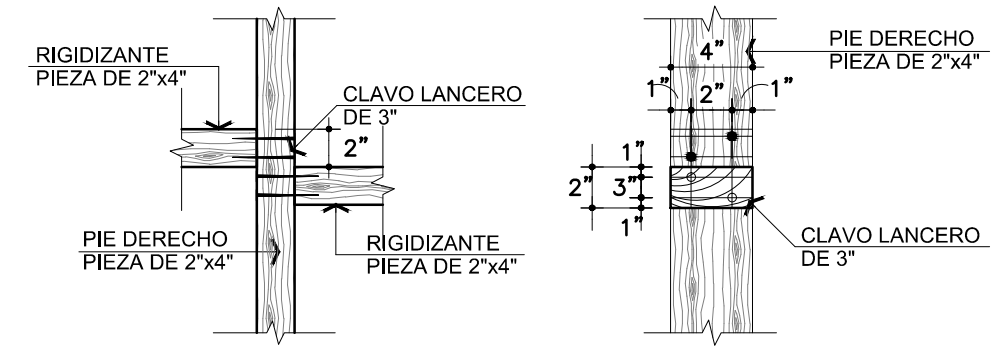
PLANO: DETALLES



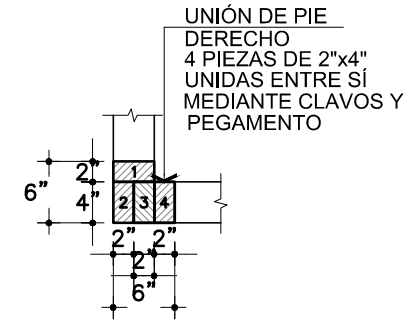
DINTEL - VIGA PATÍN ①



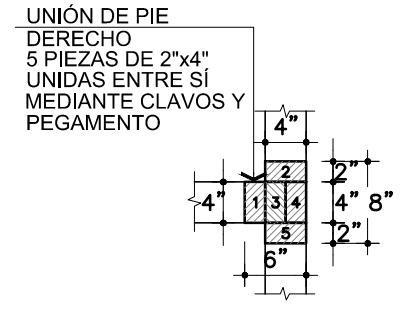
COLOCACIÓN DE RIOSTRA ②



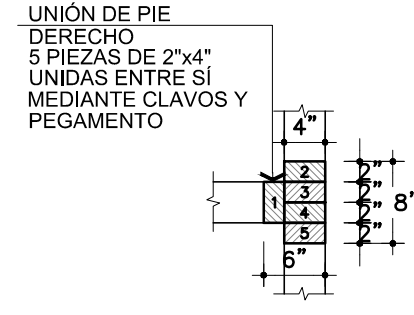
UNIÓN DE PIE DERECHO CON RIGIDIZANTE SIN ESCALA ⑧



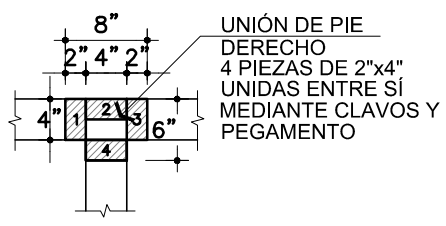
COLUMNA C-1 SIN ESCALA ③



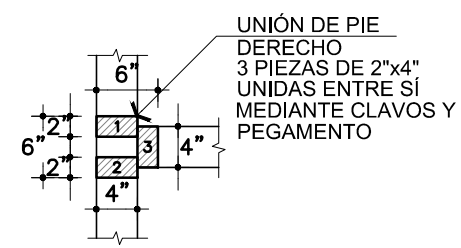
COLUMNA C-2 SIN ESCALA ④



COLUMNA C-3 SIN ESCALA ⑤

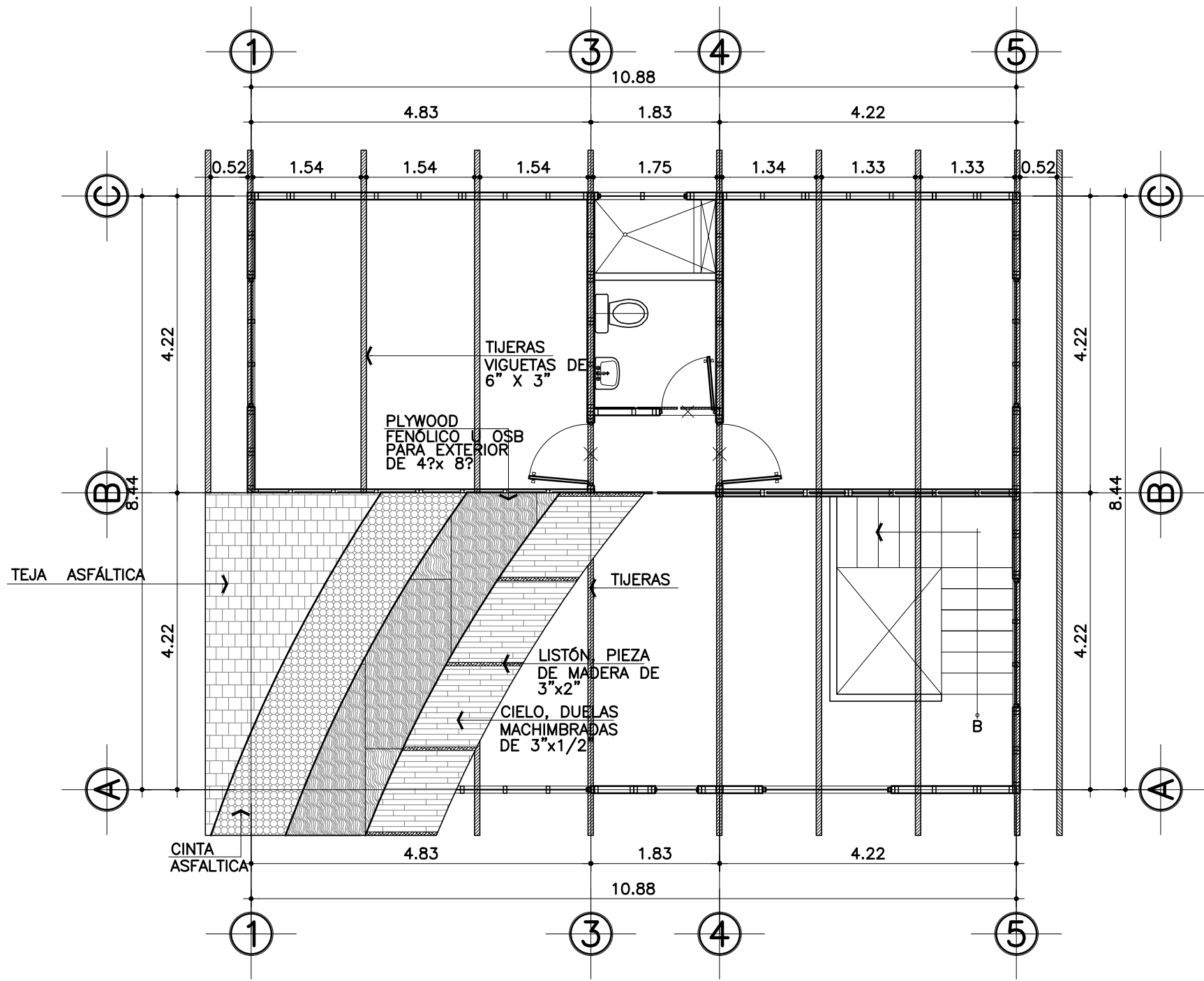


COLUMNA C-4 SIN ESCALA ⑥

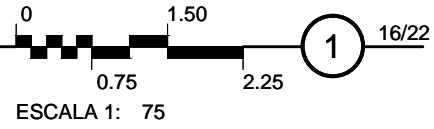


COLUMNA C-5 SIN ESCALA ⑦

NOTA: TODAS LAS PIEZAS UNIRLAS ENTRE SÍ CON TORNILLOS SPAX, LOS RIGIDIZANTES CON LOS PIES DERECHOS UNIRLOS CON CLAVOS LANCERO

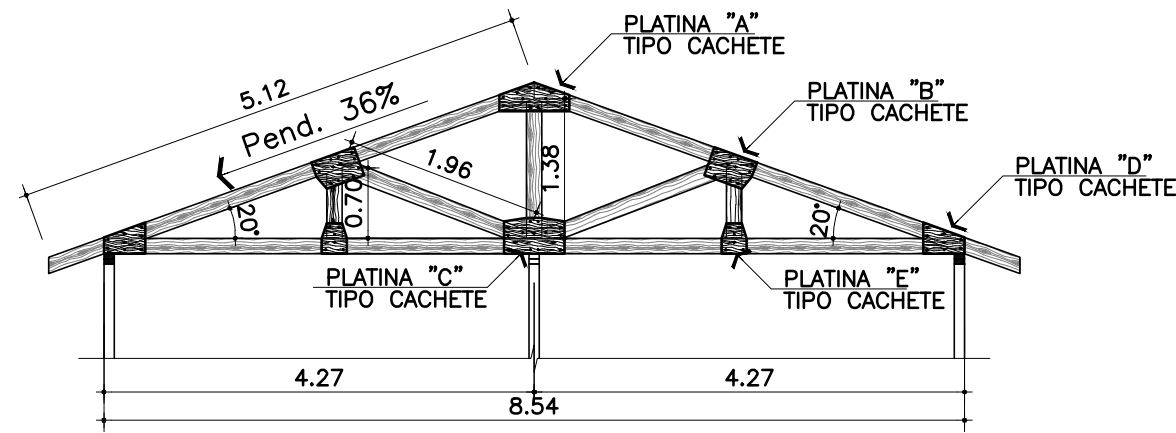


DISTRIBUCIÓN DE TIJERAS Y ARMADO DE CUBIERTA

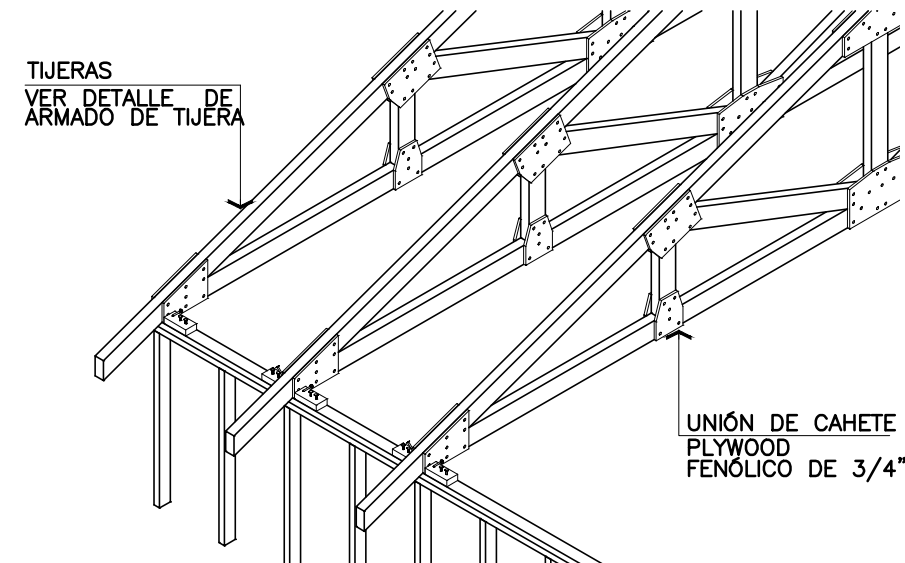
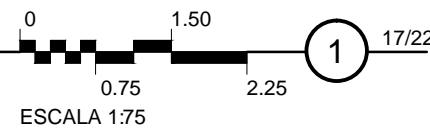


NOTA: TODAS LAS PIEZAS UNIRLAS ENTRE SÍ CON TORNILLOS SPAX, LOS RIGIDIZANTES CON LOS PIES DERECHOS UNIRLOS CON CLAVOS LANCERO

	PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA CON MADERA		PLANO: ARMADO DE TECHO O CUBIERTA
	DISEÑO: ÁNGEL DÍAZ	CARNET: 94-18545	CALCULÓ: Cii, USAC
PROYECTO:			HOJA No. 16 / 22

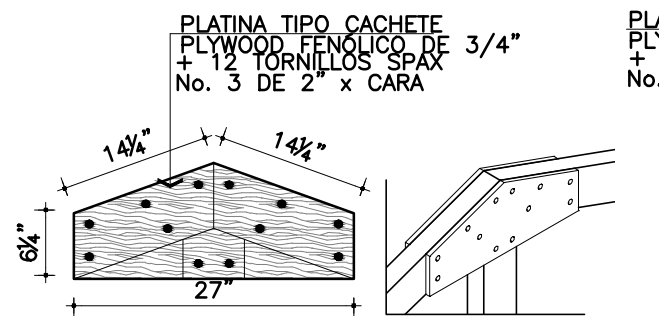


ARMADO DE TIJERA



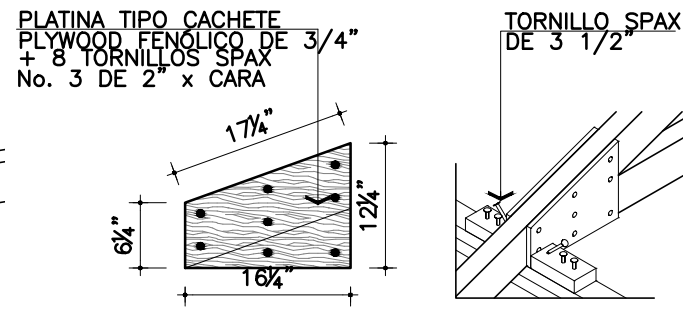
ARMADO DE CUBIERTA

SIN ESCALA



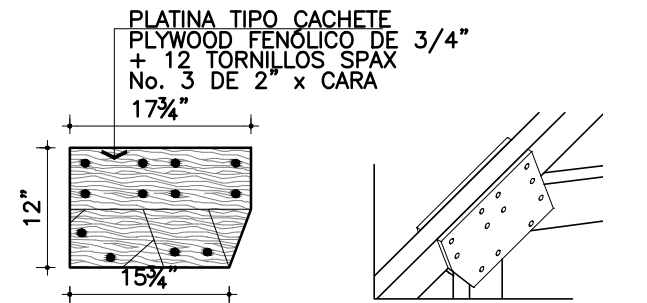
PLATINA - "A"

ESCALA 1:12.5



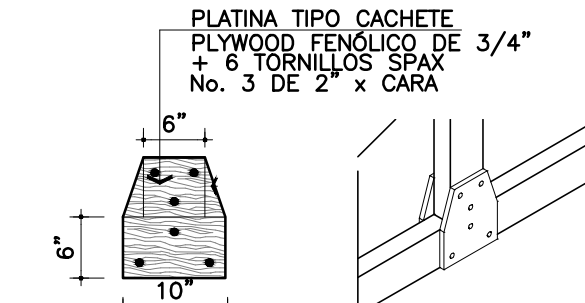
PLATINA - "D" Y FIJACIÓN DE TIJERA A SOLERA

ESC 1:12.5



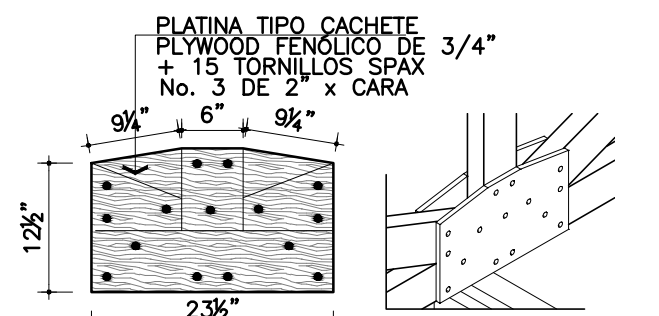
PLATINA - "B"

ESCALA 1:12.5



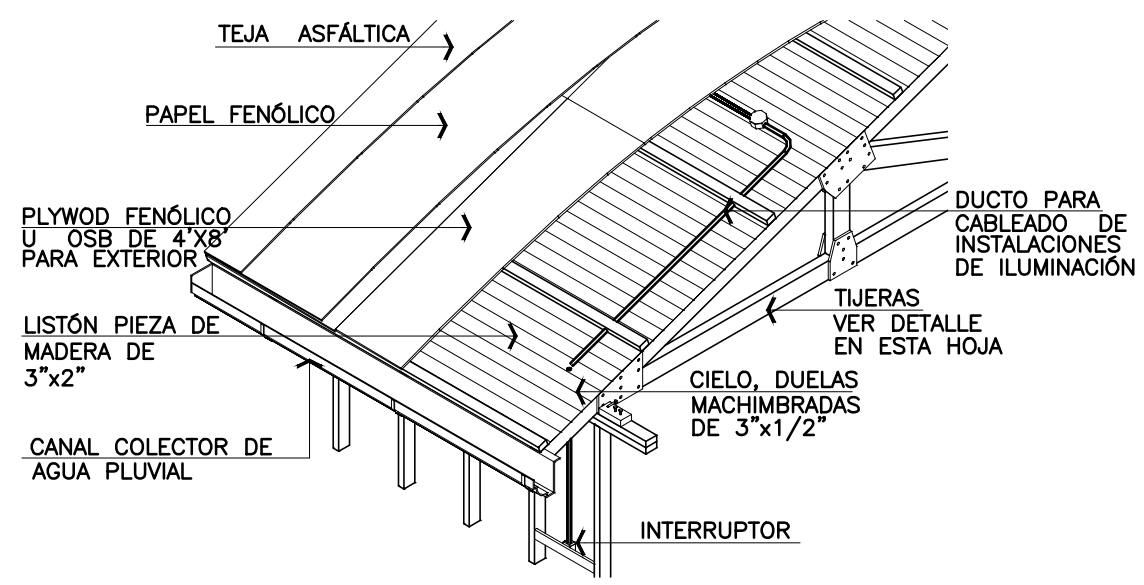
PLATINA - "E"

ESCALA 1:12.5



PLATINA - "C"

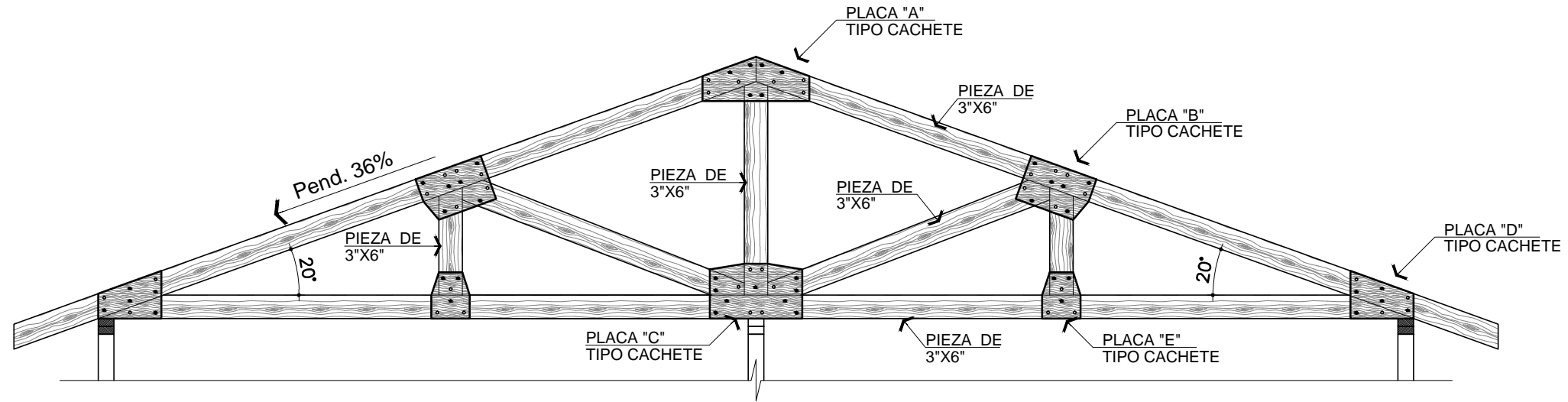
ESCALA 1:12.5



COMPONENTES DE CUBIERTA

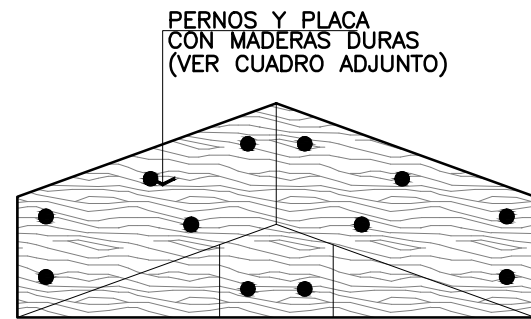
SIN ESCALA

NOTA: TODAS LAS PIEZAS UNIRLAS ENTRE SÍ CON TORNILLOS SPAX, LOS RIGIDIZANTES CON LOS PIES DERECHOS UNIRLOS CON CLAVOS LANCERO



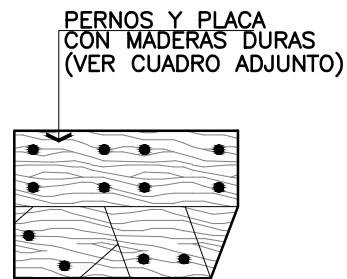
ARMADO DE TIJERA

SIN ESCALA



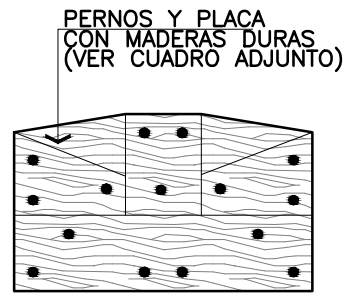
PLACA - "A"

SIN ESCALA



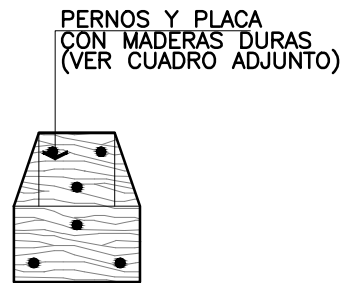
PLACA - "B"

SIN ESCALA



PLACA - "C"

SIN ESCALA



PLACA - "E"

SIN ESCALA



PLACA - "D"

SIN ESCALA

ESPECIES DE MADERAS DURAS RECOMENDADAS PARA PERNOS Y PLACAS TIPO CACHETE

ESPECIE	PLACAS	PERNOS
CONACASTE	X	
FIJOLILLO (Cola de Coche)	X	
TECA	X	
RAMÓN BLANCO	X	
SANTA MARÍA		X
PUCTÉ		X
CHICHIPATE		X

NOTA: TODAS LAS PIEZAS UNIRLAS ENTRE SÍ CON TORNILLOS SPAX, LOS RIGIDIZANTES CON LOS PIES DERECHOS UNIRLOS CON CLAVOS LANCERO

PROYECTO:

PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA CON MADERA

PLANO: SUSTITUCIÓN DE PIEZAS METÁLICAS UTILIZANDO ESPECIES DE MADERAS DURAS

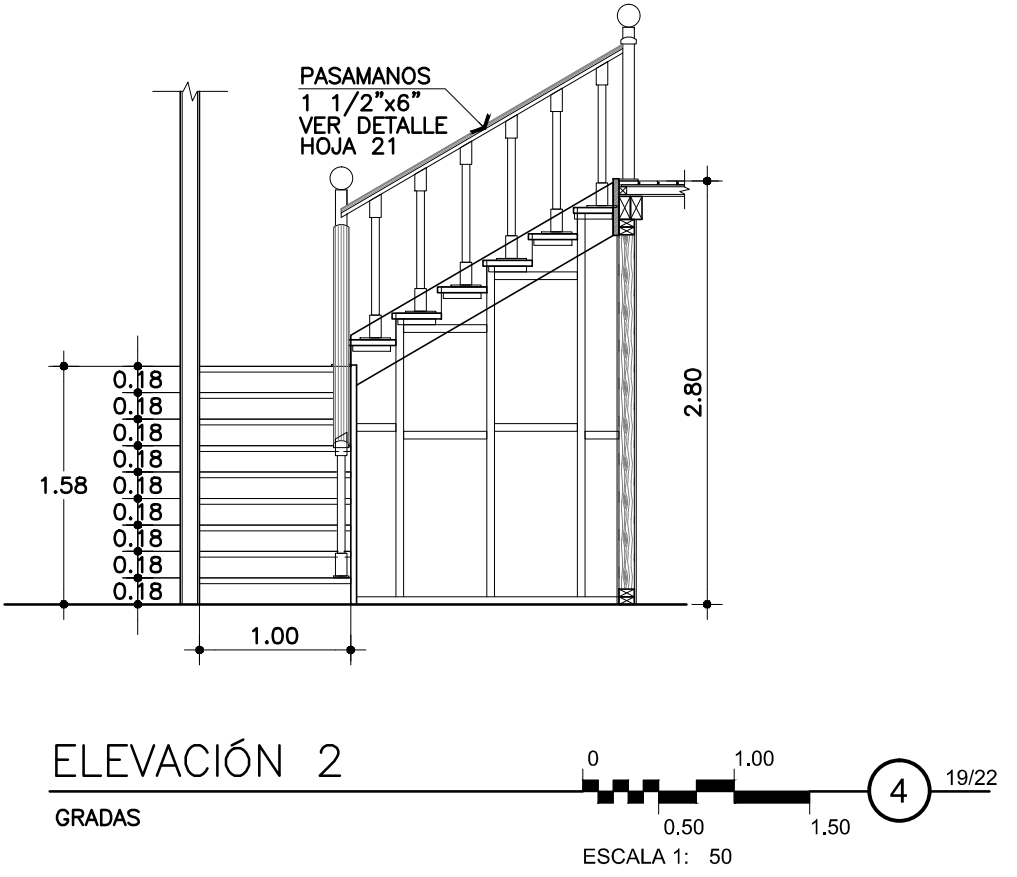
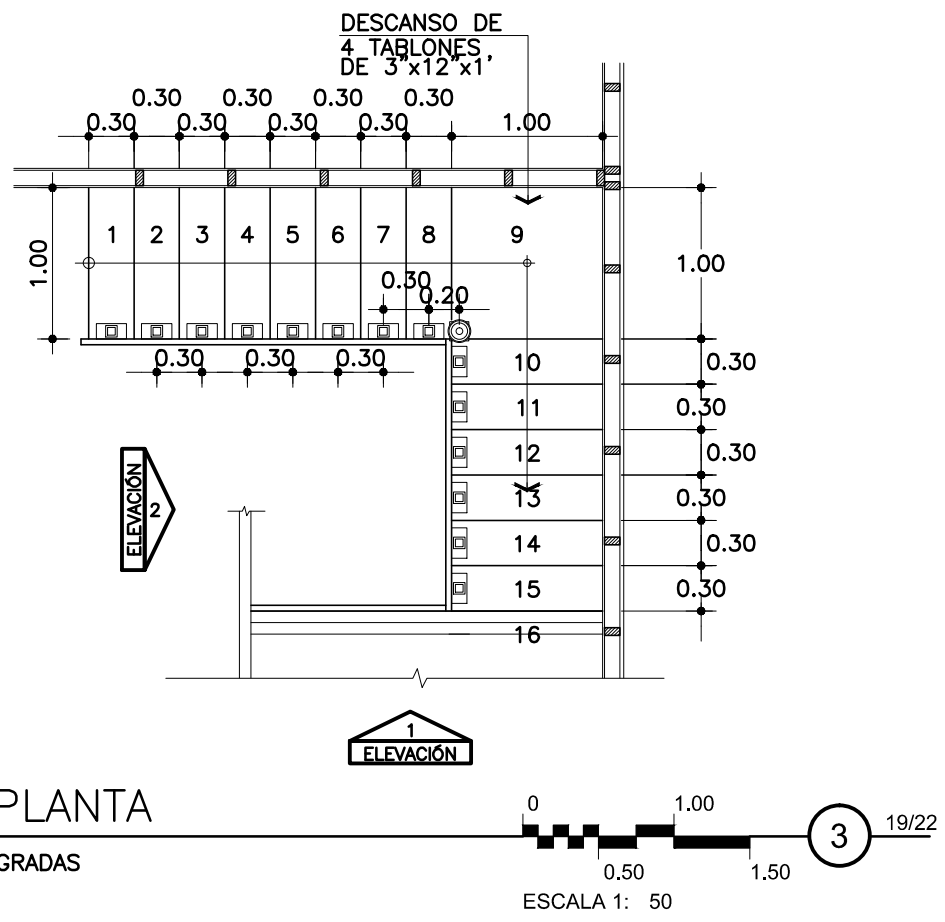
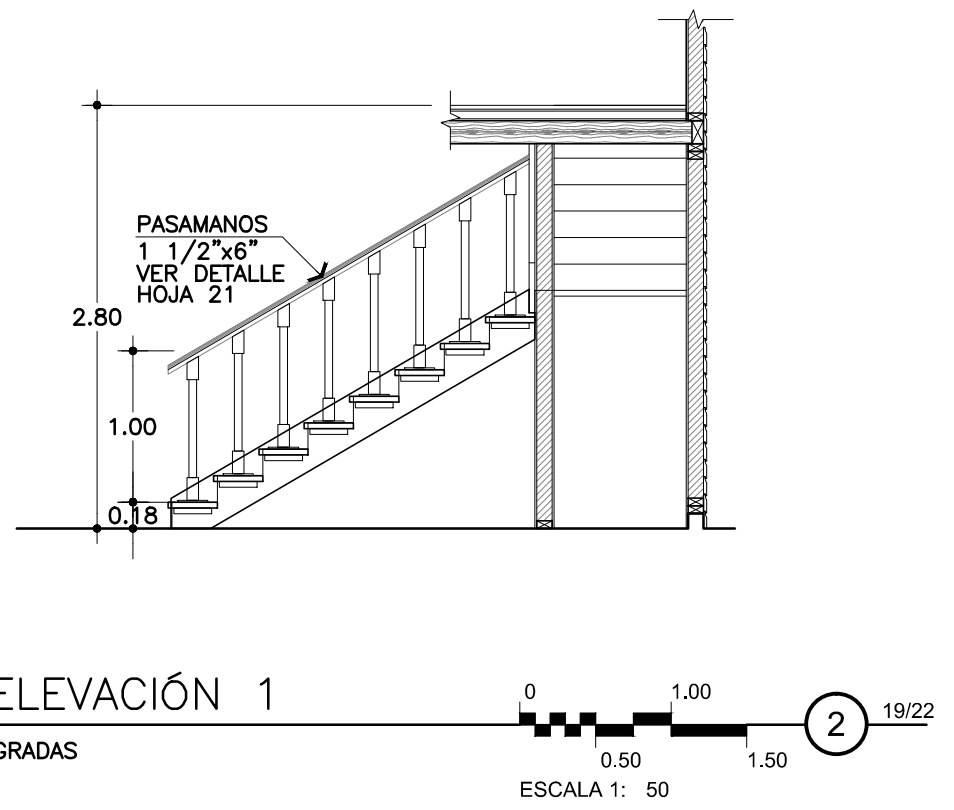
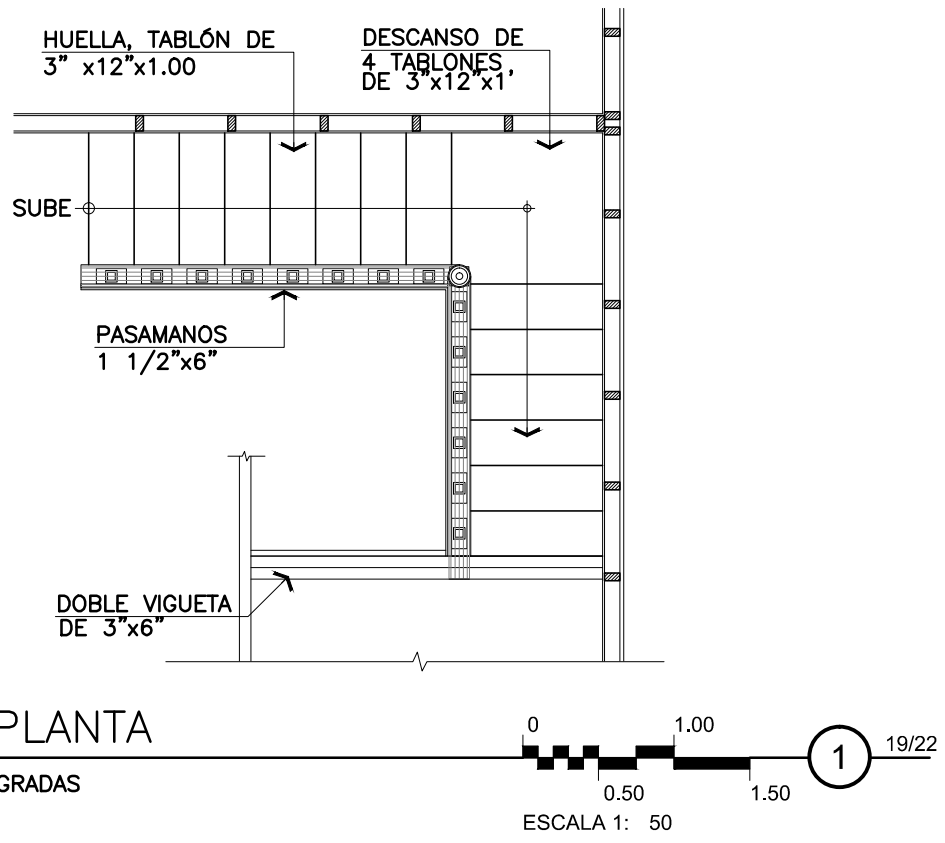
SECCIÓN Tecnología de la Madera

DESIGNO: ÁNGEL DÍAZ
 CARNET: 94-18545 Cii, USAC /
 CALCULÓ:

arquitectura

HOJA No.

18 22



PROYECTO:

arquitectura

NOTA: TODAS LAS PIEZAS UNIRLAS ENTRE SI CON TORNILLOS, UNICAMENTE LOS RIGIDIZANTES CON LOS PIE DERECHOS UNIRLOS CON CLAVOS

HOJA No. 19/22

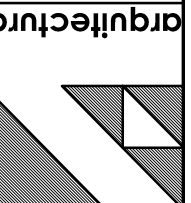
PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA CON MADERA

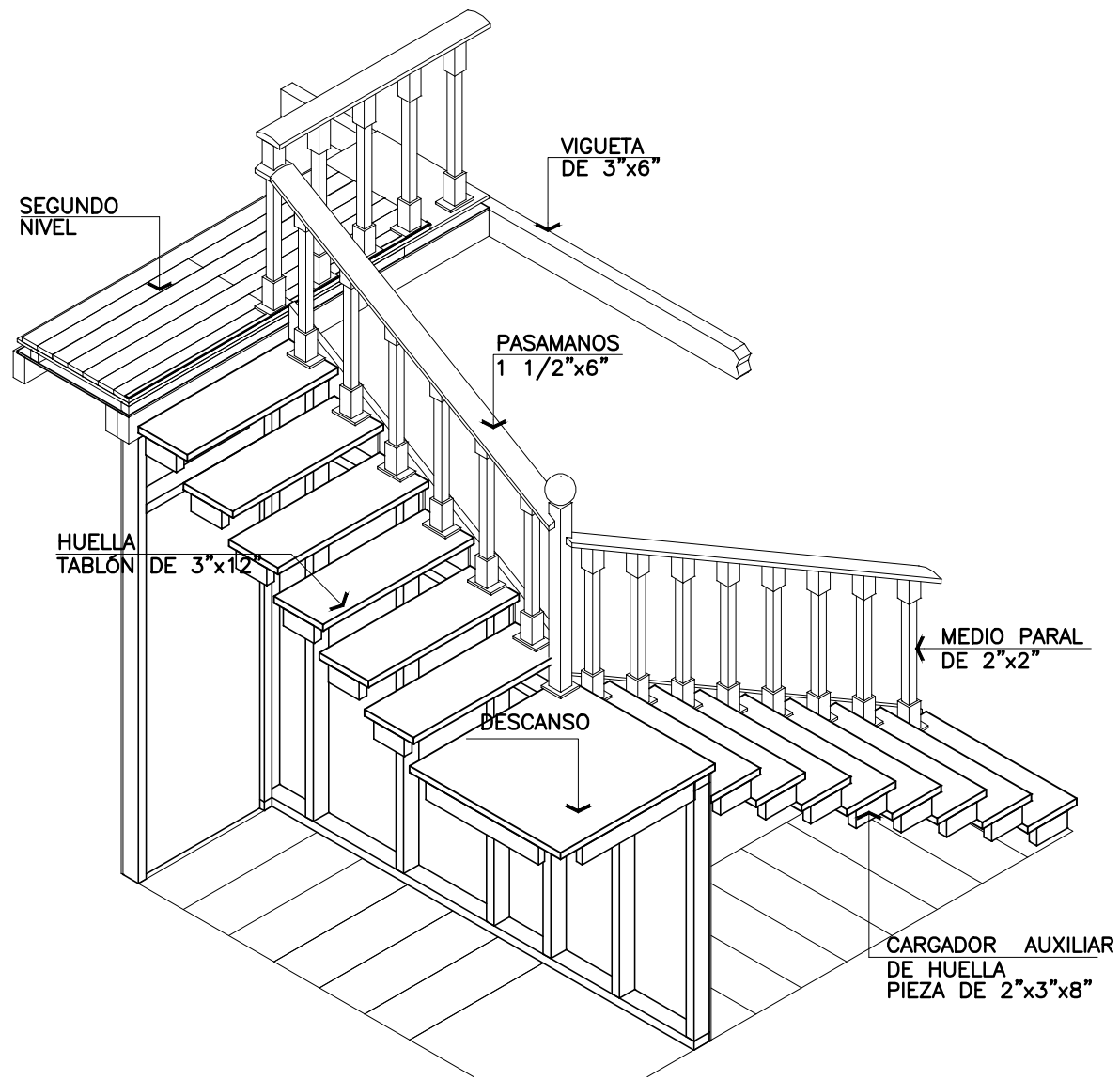
PLANO: PLANTA Y ELEVACIÓN DE GRADAS

SECCIÓN Tecnología de la Madera

CALCULO: 94-18545 Cii, USAC

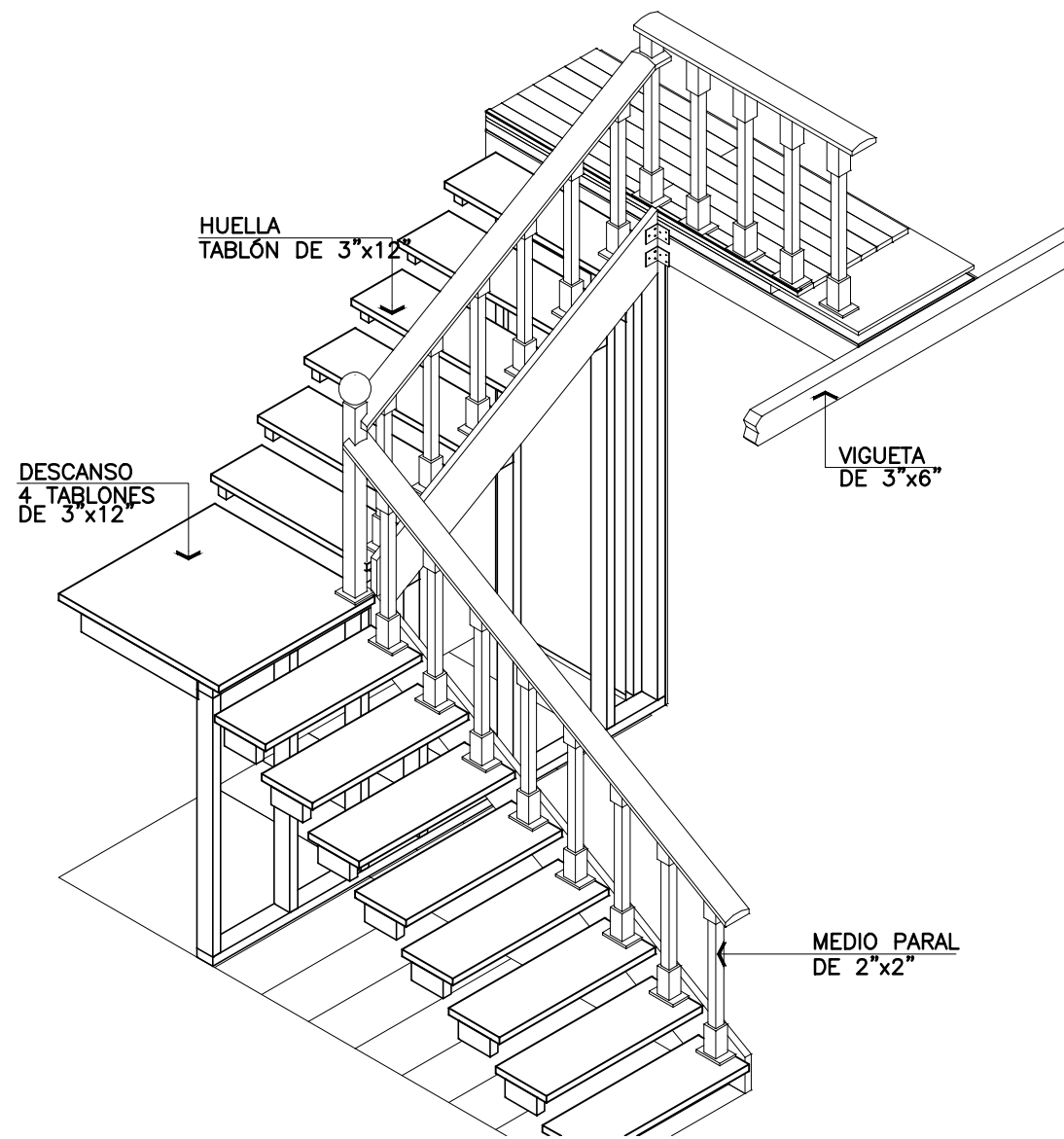
CARNET: ANGEL DIAZ





VISTA SUPERIOR 1
GRADAS

SIN ESCALA



VISTA SUPERIOR 2
GRADAS

SIN ESCALA

NOTA: TODAS LAS PIEZAS UNIRLAS ENTRE SÍ CON TORNILLOS SPAX, LOS RIGIDIZANTES CON LOS PIES DERECHOS UNIRLOS CON CLAVOS LANCERO

arquitectura

PROYECTO:

PROCESO CONSTRUCTIVO
DE UNA VIVIENDA CON MADERA

DISEÑO:
ÁNGEL DÍAZ

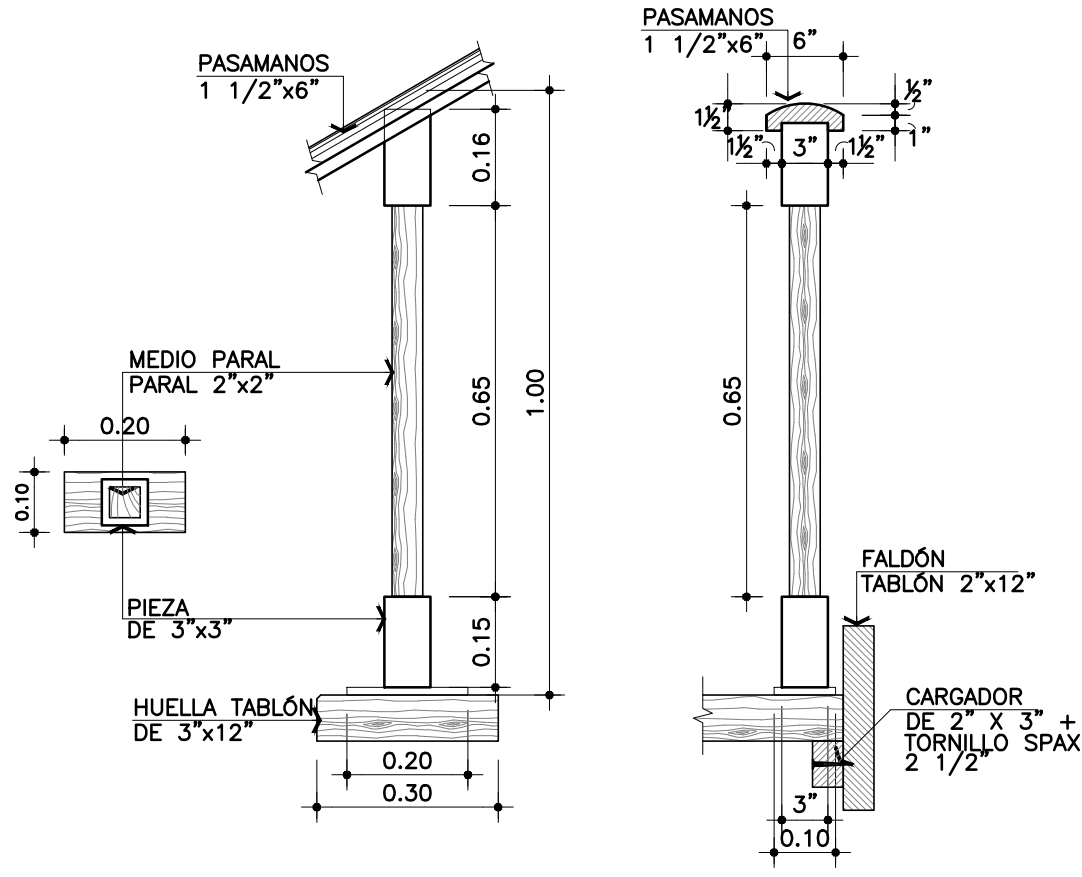
CARNET:
94-18545

CALCULÓ:
Cii, USAC / SECCIÓN Tecnología de la Madera

PLANO:
VISTAS EN 3 DIMENSIONES DE GRADAS

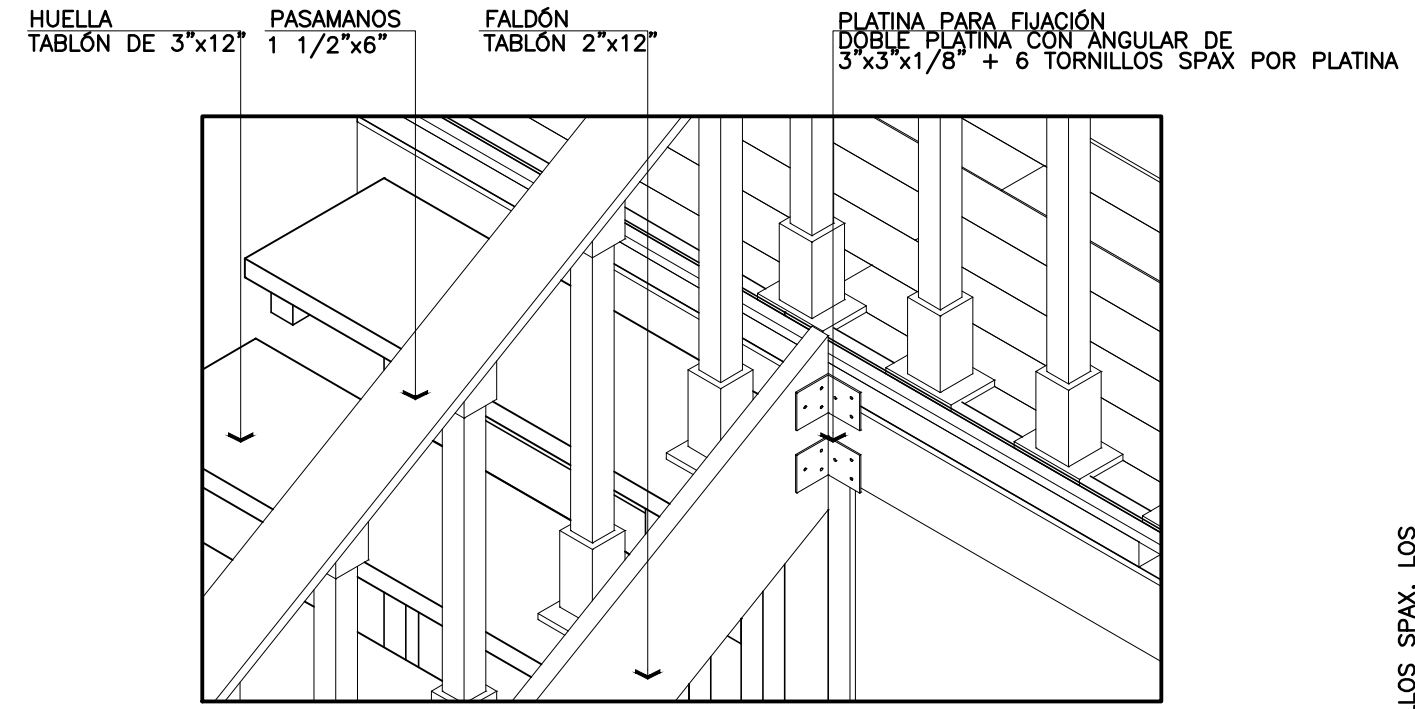
HOJA No.

20 / 22



PASAMANOS
GRADAS

SIN ESCALA



ARMADO DE GRADAS Y FIJACIÓN A DOBLE VIGUETA
GRADAS

SIN ESCALA

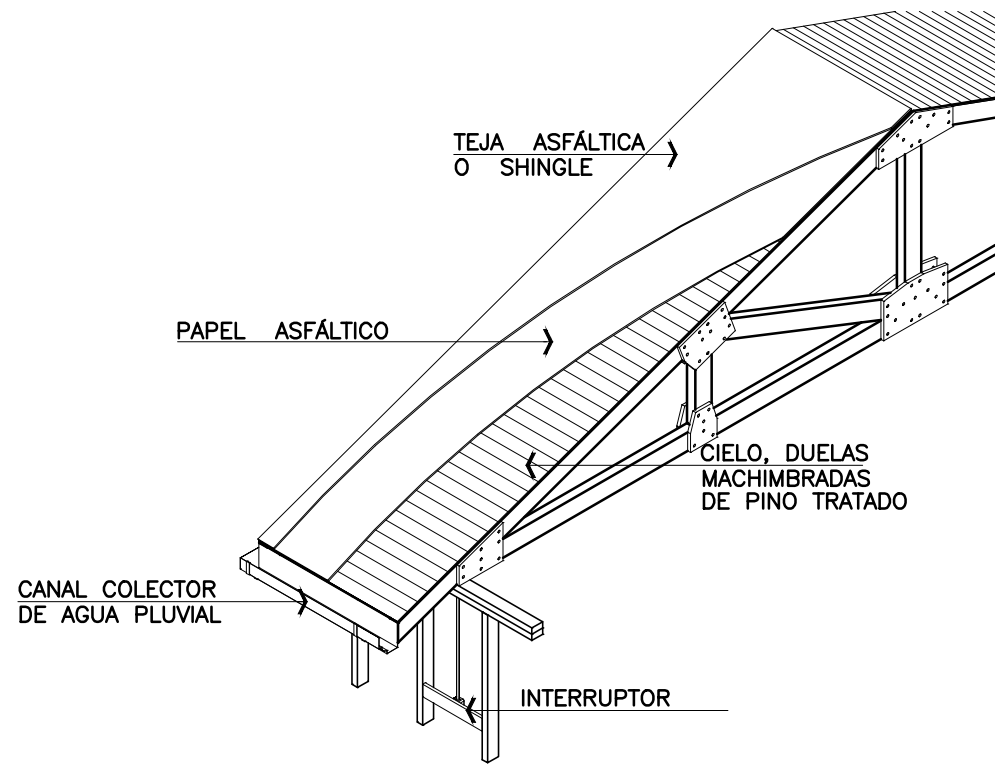
NOTA: TODAS LAS PIEZAS UNIRLAS ENTRE SÍ CON TORNILLOS SPAX, LOS RIGIDIZANTES CON LOS PIES DERECHOS UNIRLOS CON CLAVOS LANCIERO

arquitectura

PROYECTO:

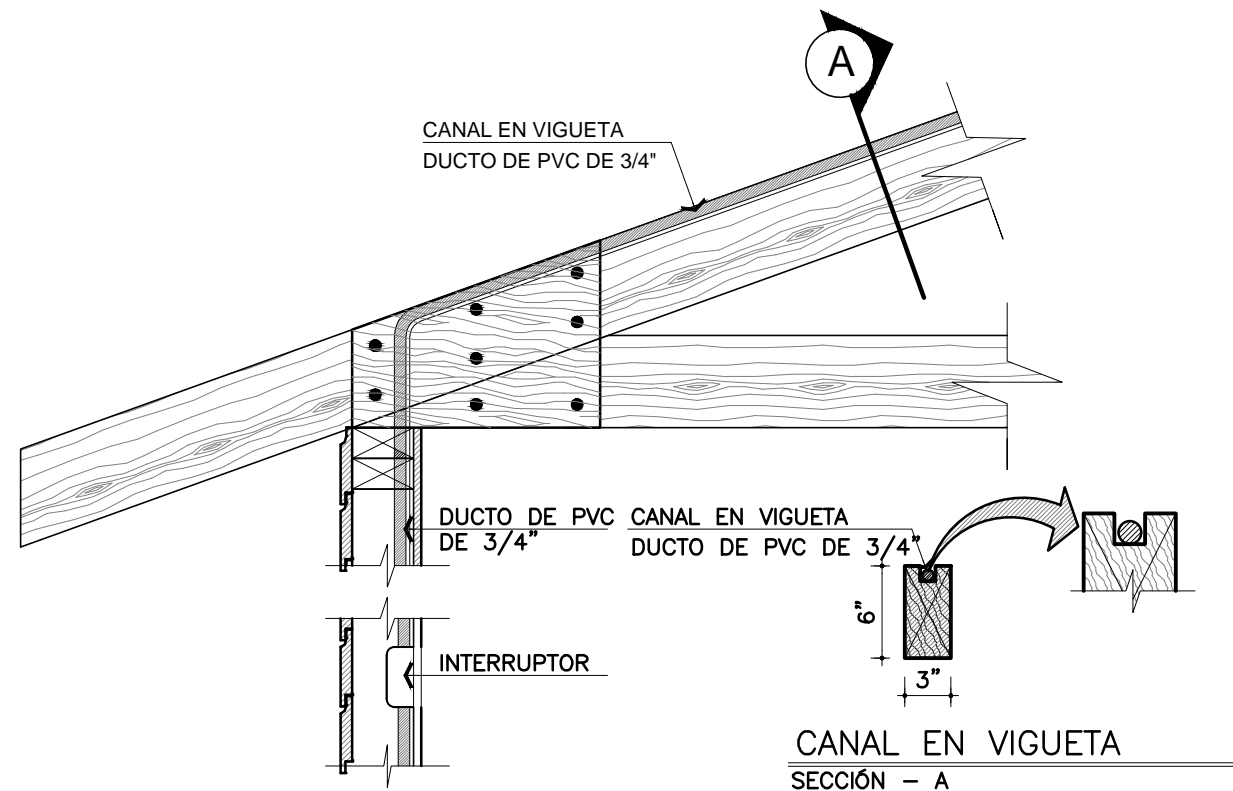
PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA CON MADERA

DISEÑO: ÁNGEL DÍAZ CARNET: 94-18545 Cii, USAC / SECCIÓN Tecnología de la Madera PLANO: DETALLE DE PASAMANOS



CUBIERTA FINAL

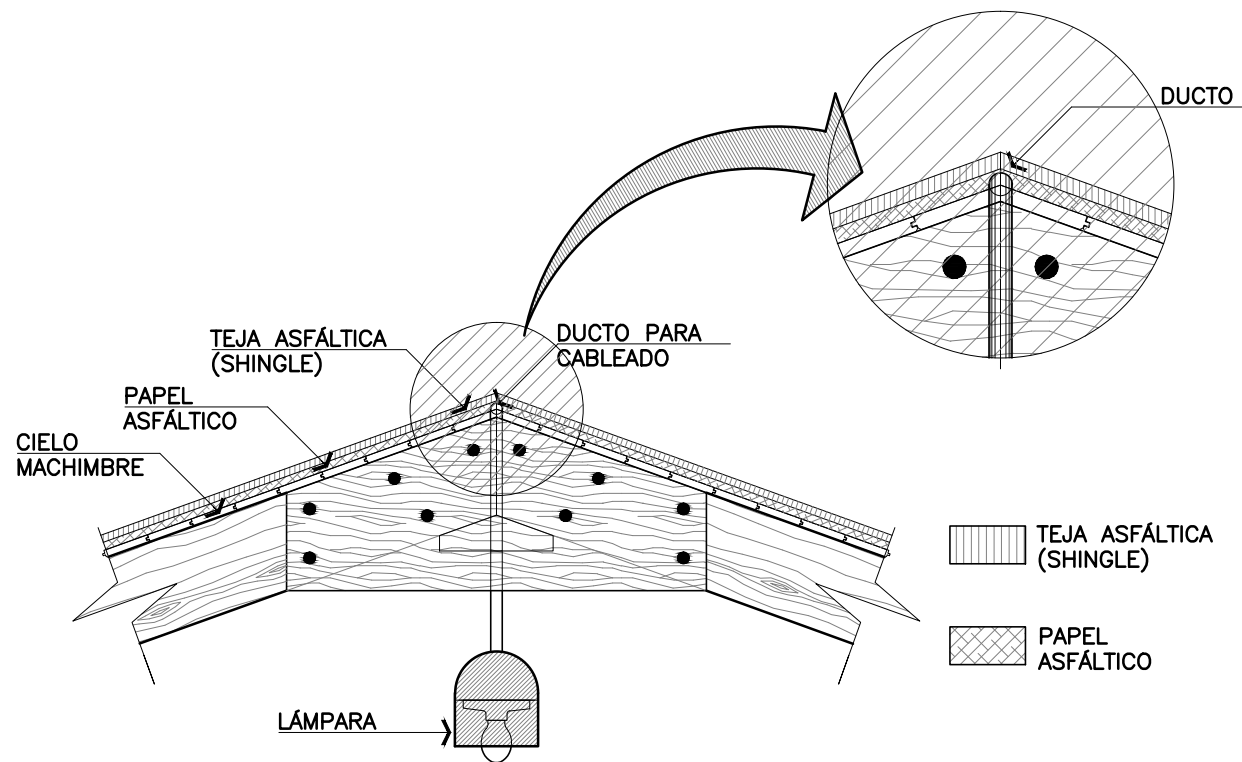
SIN ESCALA



INSTALACIONES ELÉCTRICAS SOBRE CUBIERTA

OPCIÓN 1

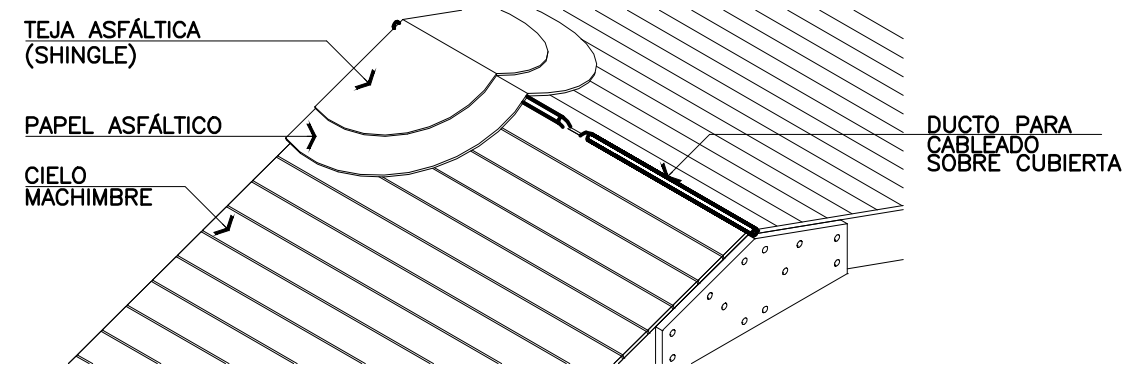
SIN ESCALA



INSTALACIONES ELÉCTRICAS SOBRE CUMBRERA PARA ILUMINACIÓN

OPCIÓN 2

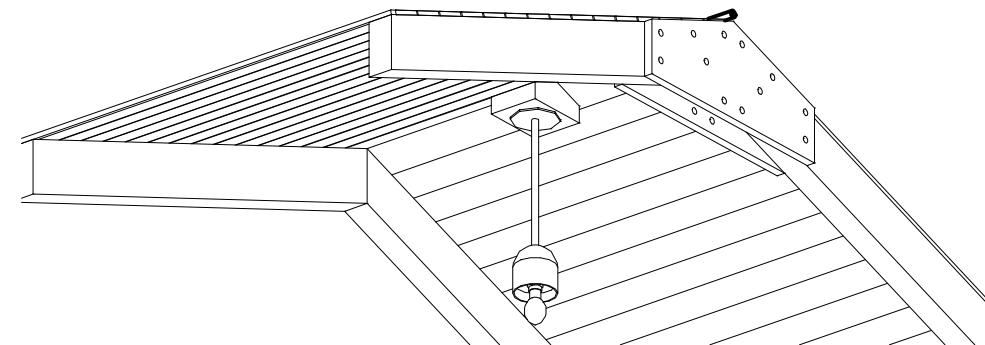
SIN ESCALA



INSTALACIONES ELÉCTRICAS SOBRE CUMBRERA

OPCIÓN 2 / VISTA SUPERIOR

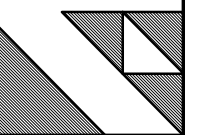
SIN ESCALA



INSTALACIONES ELÉCTRICAS SOBRE CUMBRERA

OPCIÓN 2 / VISTA INTERIOR

SIN ESCALA





IMPRIMASE

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

DECANO

Arq. Martín Enrique Panjagua García

ASESOR

Ángel Alberto Díaz Andrade

SUSTENTANTE