

Utilización eficiente de madera machihembrada para techos

Ricardo Molina Peñaloza

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Central de Venezuela

Resumen

En Venezuela el uso de la madera en techos y en particular la utilización de madera machihembrada en cubiertas es muy común, sin embargo, no se dispone de una referencia formal que oriente de manera sencilla su diseño, la selección del material, su tratamiento y las técnicas de colocación.

Dada la diversidad de especies y la variabilidad de la calidad de la madera machihembrada que se ofrece en el país, este trabajo constituye una guía que podrá ser considerada por profesionales, técnicos y usuarios en general en el diseño, la construcción y la inspección de techos que utilicen este material de construcción maximizando el rendimiento con un buen comportamiento mecánico, durabilidad y calidad estética aceptable.

Abstract

In Venezuela the use of wood on roofs, particularly the use of dovetail wood on roofings, is very common. Nonetheless, there is no formal reference as to determine in a simple way, it's design, selection of materials, it's treatment, and placement techniques. Given the diversity of species and the variability of quality in dovetail wood offered in the country, this work establishes a guideline which can be considered by professionals, technicians and users in general, in the design, construction and inspection of roofs using this building material as to maximize the rendering with a good mechanical conduct, durability, and an acceptable aesthetic quality.

El machihembrado para techo es uno de los productos de madera más utilizados en construcción. Se han utilizado muchas especies maderables para este fin, entre otras cedro, caoba, samán, saqui-saqui, puy, mahomo, zapatero, palo de rosa, perhuétamo y pardillo. La demanda continúa exigiendo madera machihembrada, y frecuentemente aparecen en el mercado especies maderables poco conocidas provenientes del bosque natural. También se dispone de teca y pino caribe, maderas producidas en plantaciones. La primera, en pocas extensiones de terrenos hacia el centro-occidente de Venezuela, su producción es hasta ahora marginal; la segunda, en volúmenes importantes dadas las grandes extensiones de bosques plantados al sur oriente del país, con alta mecanización en su procesamiento. Ambas especies tienen características físico-mecánicas que las hacen apropiadas para ser usadas como madera machihembrada para techos, aunque pueden tener los mismos problemas que cualquier otra madera si se usan de manera inadecuada. Sin embargo, por ser maderas cultivadas, su uso reduce la presión sobre los bosques naturales.

La utilización de madera machihembrada en techos de viviendas y otras edificaciones promovidas por el Estado venezolano se ha incrementado notablemente en los últimos años. Su aplicación masiva en obras ha resultado con frecuencia en un producto final insatisfactorio, con la consecuente inconformidad de los compradores o futuros ocupantes y discusiones entre residentes e inspectores de obras. Esta situación originó la necesidad de

Descriptorios

Madera machimbrada para techo; Normas Covenin 320-90 / 321-93 / 2776-91

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN | Vol. 23-I | 2007 | pp. 33-43 | Recibido el 27/03/07 | Aceptado el 16/07/07

realizar una investigación con base en documentos referidos al tema, en una exploración acerca de las formas de producción y comercialización de este producto en Venezuela y en la experiencia constructiva del autor, cuyos resultados serán de utilidad para orientar la selección y adquisición del producto en expendios de madera, así como para su colocación en obras.

La revisión documental puso de manifiesto que aún no existe en Venezuela ninguna norma o manual específico que oriente respecto a la utilización de madera machihembrada para techos. Por otro lado, la documentación internacional a nuestro alcance no aporta orientaciones específicas respecto al uso de la madera machihembrada para techos.

En la Norma COVENIN 320-90/"Madera Glosario" no aparece la expresión "madera machihembrada" ni se registra algún término que haga referencia directa a ella. La Norma COVENIN 2776-91/"Madera aserrada" da una definición muy genérica: "Madera machihembrada: es aquella, generalmente acepillada, provista en sus cantos de ranura y/o lengüeta para su ensamblaje", sin especificar anchos, espesores, dimensiones de los ensamblajes o posibles aplicaciones.

En esta misma norma se ubica la madera machihembrada como "madera para construcción" y se señala que sus requisitos serán especificados en normas posteriores que aún no han sido desarrolladas. La Norma COVENIN 321-93/"Pisos de madera. Especificaciones" puede servir de orientación equiparando lo que allí se define como "entarimado" al caso que nos ocupa. Esta norma señala la siguiente definición: "piezas machihembradas: son aquellas piezas que van unidas entre sí mediante molduras (macho y hembra)"; fija las tolerancias dimensionales en +/- 1 mm respecto a las dimensiones nominales (largo, ancho y espesor); establece cuatro grados de calidad con base en los defectos que presenten las piezas, y para su aplicación incluye una tabla que pretende facilitar la clasificación de las piezas (cuadro 1).

Es previsible que la utilización de madera machihembrada en techos de edificaciones, por lo menos las promovidas por el Estado, continúe. Los frecuentes cambios de tipo y calidad de madera en la oferta, así como la incorrecta ejecución en obra continuarán generando problemas de calidad en las obras y controversia entre diseñadores, ejecutores, inspectores y/o usuarios. La inexistencia de una norma específica para la utilización

de madera machihembrada para techos puede ser uno de los factores de mayor relevancia en la generación de estos problemas.

Tomando como punto de partida lo establecido en las normas precitadas, desarrollamos de manera sencilla y explícita algunas recomendaciones para la utilización de madera machihembrada en techo, con la intención de maximizar el rendimiento, lograr buen comportamiento mecánico, durabilidad y calidad estética aceptable.

La madera machihembrada para techo

"Madera machihembrada para techo" se puede definir como piezas de madera de espesor (e) entre 12 mm y 23 mm., ancho (a) y largo (l) determinados, labrada de tal manera que la contracara o cara inferior esté cepillada (pueden ser ambas caras), uno de sus cantos presente una lengüeta o "macho" y el otro una ranura o "hembra", lo que permite ensamblar piezas sucesivas para conformar una superficie que servirá de soporte a la cubierta definitiva de un techo (figura 1).

Calidad de la madera machihembrada

El resultado final del techo machihembrado en cuanto a resistencia, durabilidad, estabilidad dimensional y aspecto depende de la calidad de la madera que se utilice. Como mencionamos antes, se pueden utilizar varias especies maderables, y es por ello que debemos observar algunas recomendaciones básicas, que van más allá de aspectos como el color o la veta de la madera.

1. El contenido de humedad (CH) de la madera debe estar entre 15% y 18%. Lo apropiado es contar con un higrómetro para constatar el CH, de no disponer de uno, el proveedor debe certificar que la madera fue secada adecuadamente al aire o en horno (foto 1). Hay personas que por su experiencia en el trabajo con madera pueden estimar el CH de una madera por su peso o incluso por su temperatura, pero es obvio que no es un procedimiento confiable. Se debe tener presente que si la madera que se coloca en un techo tiene CH por encima del 18%, mantendrá un aspecto aceptable durante las primeras semanas, luego, las contracciones causadas por la pérdida gradual de humedad causarán separaciones

Cuadro 1
Requisitos de las tablas y tablillas usadas para pisos de madera por grados de calidad (Norma COVENIN 321-93)

Defectos		Grados de calidad			
		1	2	3	4
Rajadura	Cara	No se admiten			
	Contracara				
Grietas		No se admiten		Permitida hasta 10mm de longitud y 1mm de profundidad	Permitida hasta 15mm de longitud y 2mm de profundidad
Acebolladura	Cara	No se admiten			
	Contracara	No se admiten			
Perforaciones de insectos		No se admiten		Se permite un máximo de 2 agujeros por tabla de 0,2mm de diámetro	Se permite un máximo de 5 agujeros por tabla de 0,2mm de diámetro
Pudrición		No se admite			
Arista faltante	Cara	No se admite	Permitida hasta 0,1mm de profundidad	Permitida hasta 0,2mm de profundidad	Permitida hasta 0,3mm de profundidad
	Contracara	Permitida hasta 0,2mm de profundidad	Permitida hasta 0,5mm de profundidad		
Corteza incluida		No se admite			
Cepillado (*)	Cara	No se admiten marcas de cuchilla		Marca de cuchilla máximo 0,1mm de profundidad	Marca de cuchilla máximo 0,2mm de profundidad
	Contracara			Marca de cuchilla máximo 0,2mm de profundidad	Marca de cuchilla máximo 0,3mm de profundidad
Manchas		No se admiten		Permitidas cuando no sean resultado de alteraciones debido a agentes biológicos	
Nudos	Cara	No se admiten		Permitido hasta 2 nudos pequeños	Permitido hasta 3 nudos pequeños
	Contracara	No se admiten	Permitido hasta 2 nudos pequeños	Permitido hasta 3 nudos pequeños	

*1. Los cantos deberán estar cepillados de forma tal que permita una buena unión al momento de la instalación y se admitirán marcas de cuchillas hasta 0,3mm de profundidad en las calidades 3 y 4.

Fuente: Norma COVENIN 321-93/Pisos de madera. Especificaciones, p. 4.

entre los ensambles, grietas, torceduras, alabeos y hasta casos extremos de desclavado.

2. Si la madera no es preservada, es decir si no ha sido protegida mediante la impregnación con algún agente químico biocida, se debe evitar la presencia de albura, ya que por ser la zona fisiológicamente activa del tronco, almacena sustancias nutritivas que atraen hongos e insectos que la degradan. Hay especies en las que no se diferencia entre albura y duramen, pero en las que sí, la parte de color más claro corresponde a la albura, como se aprecia en la foto 2. La madera de albura puede durar hasta 5 veces menos que la de duramen.

3. No permitir en las piezas machihembradas lo siguiente:

- Rajaduras mayores de un (1) centímetro en los extremos de las piezas (foto 3).
- Nudos sueltos.
- Nudos estables que sean mayores de 1/3 el ancho de la pieza.
- Acebolladuras.
- Grietas superficiales que se vean por ambas caras de la pieza.
- Alabeos, abarquillado u otras deformaciones que impidan un correcto ensamblaje durante la instalación (foto 4).

- Perforaciones de termitas u otros insectos.
- Presencia de hongos.

4. Es recomendable que el espesor de las piezas no sea menor de 12 mm. y que sea constante, es decir, en la conformación de una misma superficie no colocar listones de espesores diferentes (figura 2).

5. La profundidad de acople entre macho y hembra no debe ser menor de 7 mm. para garantizar un ensamblaje adecuado (figura 3).

6. En cada pieza o listón machihembrado, tanto el macho como la hembra deben ser continuos y sin presencia de corteza (figura 4).

7. Las piezas contiguas deben acoplar con relativa facilidad, para agilizar la instalación. La holgura en los empalmes no debe ser mayor a 1 mm (figura 5).

8. El ancho (a) de las piezas, al menos en una misma fila, debe ser constante. A menor ancho, más tiempo en la instalación.

9. La longitud de las piezas debe ser múltiplo del espaciamiento entre ejes de los elementos que las soportarán. No poder aplicar este criterio significa considerar un desperdicio de 35% o más en la instalación (figura 6).

Figura 1
Madera machihembrada para techo
dibujo: Ricardo Molina Cardozo

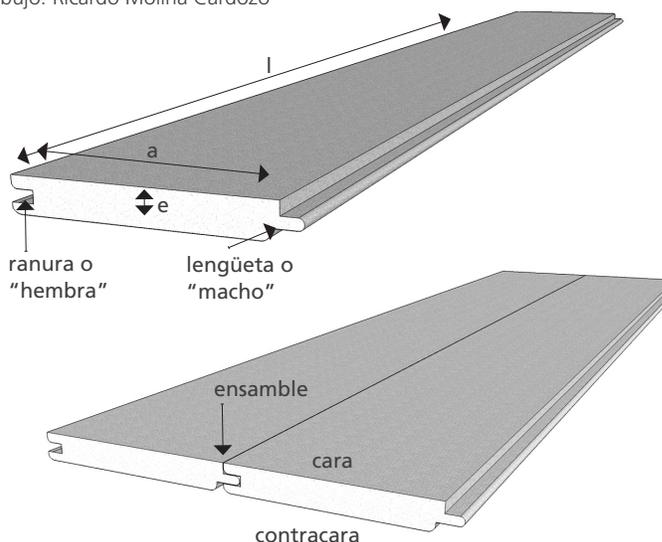


Foto 1
Higrómetro portátil

Fuente: www.map-2.com/higrometro.htm



Foto 2
Albura y duramen en cortes transversal y longitudinal

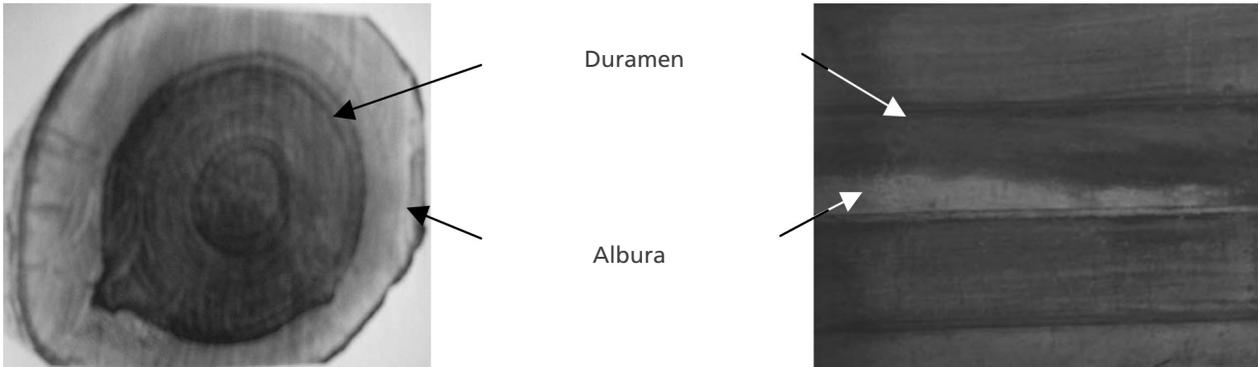


Foto 3
Nudo estable mayor a 1/3 del ancho de la pieza

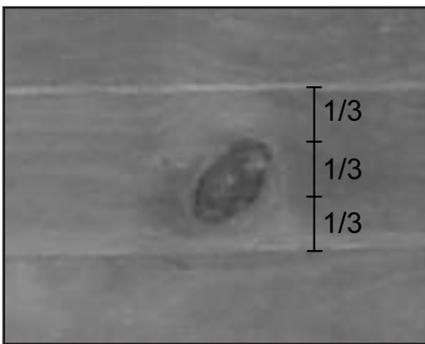


Foto 4
Ensamble incorrecto producto del uso de piezas deformadas



Figura 2
Piezas contiguas con espesores iguales y diferentes
dibujo: Ricardo Molina Cardozo

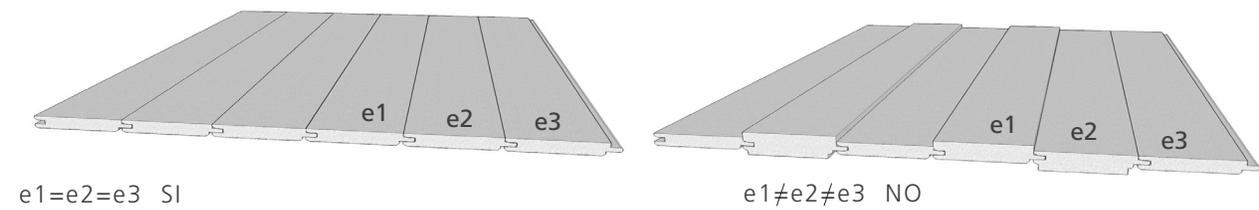


Figura 3
Extensión del macho y profundidad de la hembra ≥ 7 mm
dibujo: Ricardo Molina Cardozo

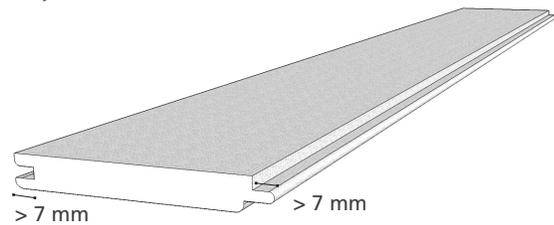


Figura 4
Macho y hembra en buen y mal estado
dibujo: Ricardo Molina Cardozo

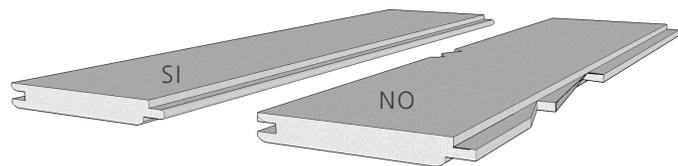


Figura 5
Acople entre dos piezas machihembradas
dibujo: Ricardo Molina Cardozo

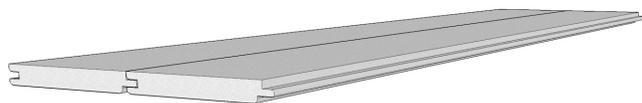
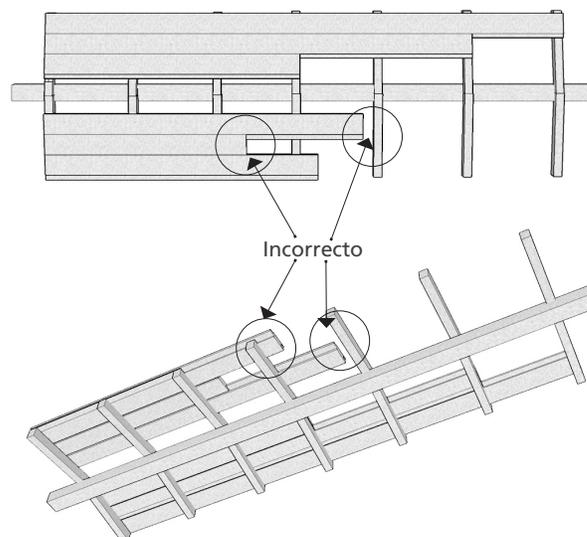


Figura 6
Longitud de piezas igual a múltiplos de
espaciamiento entre correas
dibujo: Ricardo Molina Cardozo



Protección de la madera en el machihembrado para techo

La durabilidad natural de la madera está asociada a su densidad. La madera menos densa es más susceptible de ser atacada; también se puede aseverar que las maderas de colores oscuros tienden a ser más durables naturalmente que aquellas de colores claros, con algunas excepciones.

Proteger la madera con agentes químicos para limitar o evitar el ataque de hongos e insectos depende de las características de la madera a utilizar y de la condición de riesgo o exposición que vaya a tener una vez en servicio. Si se aplican las medidas de prevención que a continuación se explican, la madera machihembrada para techo se puede utilizar sin preservación química.

Aparte de las consideraciones mencionadas anteriormente, en cuanto a la calidad de la madera en sí, se debe prestar atención a los cuidados en su almacenaje en obra, el cual debe realizarse en sitios protegidos del agua y del sol directo, permitiendo la circulación de aire y colocando separadores entre las capas de las pilas a confor-

mar para evitar la generación de un microambiente que estimule la formación de hongos.

La humedad en sí no daña la madera pero propicia el desarrollo fúngico, por eso es importante usar madera seca y procurar que una vez en servicio no se exponga a humedad permanente o intermitente. Se deben considerar aspectos básicos de protección por diseño. Es recomendable hacer énfasis en diseñar para evitar o limitar la exposición a la humedad. Evitar techos planos, colocar goteros en los extremos, considerar canaletas recoge aguas (opcional), impermeabilizar la superficie superior inmediatamente después de colocar la madera machihembrada y tener un acabado final que aisle la madera del agua son aspectos imprescindibles para obtener un techo cuya funcionalidad resulte aceptable (figuras 7 y 8).

Cuando exista alta exposición a riesgos, como pueden ser el humedecimiento frecuente por lluvia o la cercanía de la edificación a áreas cubiertas de vegetación, lo que supone la presencia de abundantes hongos e insectos, o que se presuma poco o nulo mantenimiento una vez en servicio la obra, es recomendable aplicar algún preservante químico.

Si se tiene la presunción de que es necesaria la aplicación de preservante, se recomienda seguir las siguientes pautas:

1. Solicitar asesoramiento especializado para seleccionar el preservante, nivel de concentración y el método de aplicación más apropiados.

2. Aplicar antes de instalar la madera. En principio, el preservante no debe diluirse con otro producto, a menos que el fabricante lo indique, pues la reacción química generada pudiera desactivar o minimizar el efecto de los compuestos fungicidas e insecticidas.

3. El preservante, si es de aplicación con brocha, inmersión o aspersión, debe aplicarse a madera seca, ya cepillada y/o lijada, y esperar que la superficie esté seca para aplicarle el acabado final (si es requerido).

4. Si se selecciona el método de inyección por presión, esta operación debe realizarse en una planta con instalaciones especializadas para ello.

Consideraciones para una correcta instalación

Tener un diseño adecuado y madera de alta calidad no es garantía de éxito, el proceso de instalación debe ser ejecutado con sumo cuidado. Para ello se enumeran seguidamente algunas consideraciones a tener en cuenta en procura de un buen resultado.

1. El instalador debe asegurarse de que el espaciamiento de las correas sea constante. Éste depende de la especie a ser utilizada y del espesor del machihembrado. Es común utilizar espaciamientos entre 40 cm y 80 cm, salvo casos especiales. A mayor separación entre correas, mayor espesor de los listones machihembrados y/o mayor densidad de la madera a utilizar (figura 9).

2. Para el caso de correas metálicas, es de uso común la fijación de un listón de madera de sección rectangular cuyo ancho es igual o ligeramente inferior al de las

Figura 7

Pendientes de techos recomendables

dibujo: Ricardo Molina Cardozo

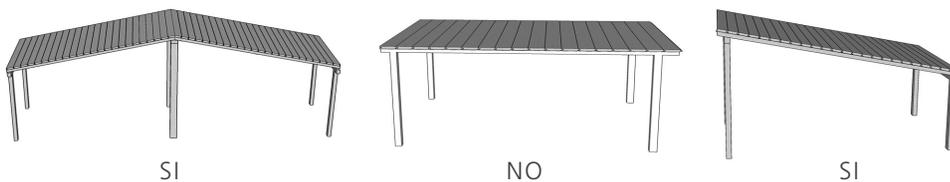
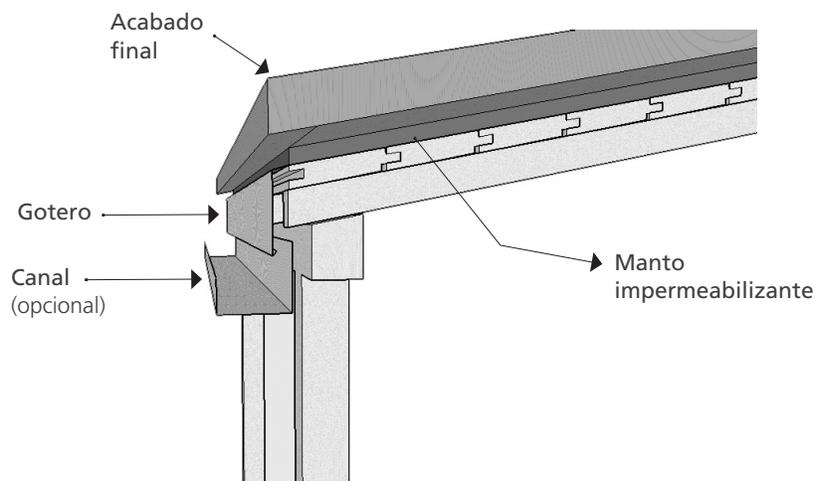


Figura 8

Detalles básicos para protección del techo de madera machihembrada

dibujo: Ricardo Molina Cardozo



correas, que servirá de receptor a los clavos que fijarán el machihembrado. Este listón debe fijarse con tornillos al perfil metálico. Soldar clavos al perfil para luego martillar el listón sobre ellos no es recomendable, porque se debilita el metal por el calor concentrado originado por la soldadura y por la dificultad para lograr un correcto alineamiento del listón con el perfil (figura 10).

3. Si las correas son de madera, se clava directamente sobre ellas, colocando los clavos al centro de la superficie de apoyo.

4. El lijado y el acabado de las piezas machihembradas, en caso de ser necesarios, deben ser aplicados antes de su colocación para lograr una buena calidad y un buen rendimiento en el trabajo.

5. En caso de techos inclinados, la colocación del machihembrado debe iniciarse desde los aleros hacia la cumbre. Preferiblemente, las piezas deben ser colocadas con el macho hacia la parte superior, para limitar la acumulación de agua en caso de filtraciones (figura 11 y foto 5).

Figura 9
Espaciamiento entre correas constante
dibujo: Ricardo Molina Cardozo

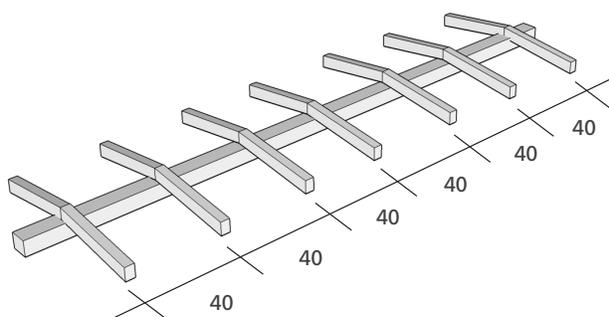


Figura 11
Las piezas deben ser colocadas con el macho hacia la parte superior
dibujo: Ricardo Molina Cardozo

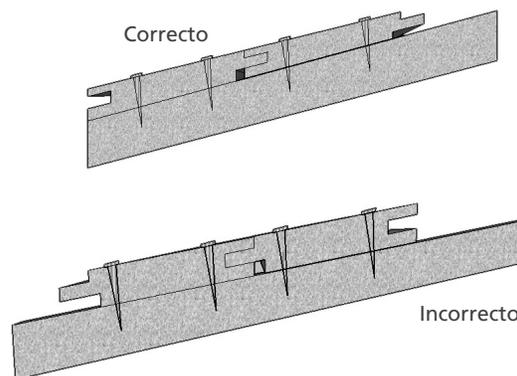


Figura 10
Fijación de listón de madera a perfil metálico
dibujo: Ricardo Molina Cardozo

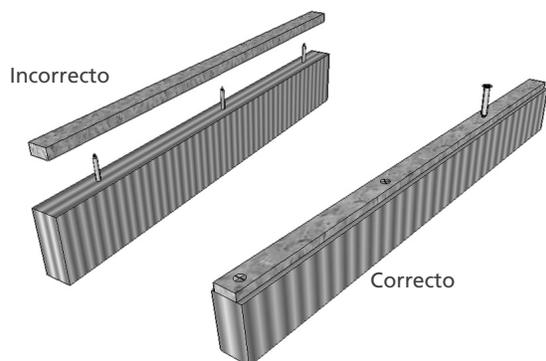


Foto 5
Instalación de machihembrado en techo inclinado



6. No debe quedar separación que permita el paso de la luz entre piezas contiguas.

7. La longitud de una pieza machihembrada debe alcanzar como mínimo tres apoyos; en caso de que, por aprovechamiento del material, sea necesario apoyar sólo en dos viguetas o correas, se debe procurar alternar con al menos tres líneas con tres o más apoyos (figura 12).

8. Los clavos utilizados deben tener cabeza y deben penetrar en la pieza receptora al menos 2 veces el espesor del machihembrado (figura 13).

9. Cada contacto entre la pieza de machihembrado y el apoyo (vigüeta o correa) debe contener dos clavos. Se permite clavar un contacto sí y otro no sólo si se garantiza alternabilidad, es decir, en la fila siguiente se desplazan los clavos un contacto respecto a la anterior (figura 14).

10. Las puntas de las piezas machihembradas en voladizo se alinean mediante un corte en sitio con sierra circular manual, y se rematan colocándoles una moldura que sujeta los extremos y los mantiene alineados (figura 15).

11. La colocación de la impermeabilización debe realizarse lo antes posible, para limitar la exposición directa a la insolación o a la lluvia.

A manera de resumen, en el cuadro 2 se presenta una guía rápida en formato de tabla que puede ser utilizada como lista de chequeo para lograr calidad, durabilidad, adecuado comportamiento mecánico y alto rendimiento del material utilizado en un techo de madera machihembrada.

Figura 12
Cada pieza debe apoyar al menos en tres puntos
dibujo: Ricardo Molina Cardozo

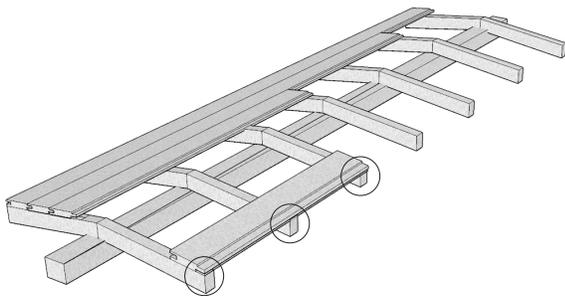


Figura 14
Disposición de los clavos en los listones machihembrados
dibujo: Ricardo Molina Cardozo

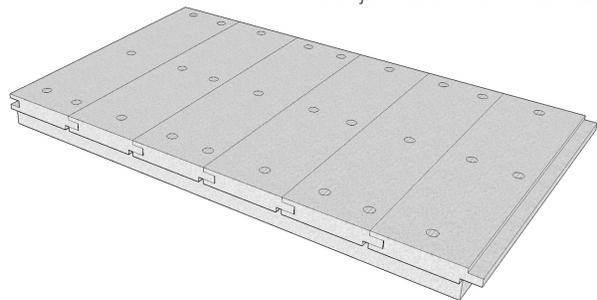


Figura 13
Fijación con clavos con cabeza y longitud adecuada
dibujo: Ricardo Molina Cardozo

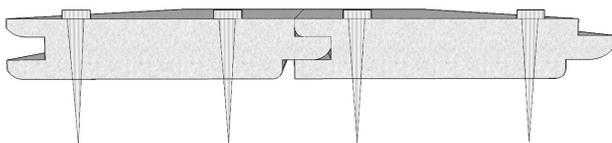
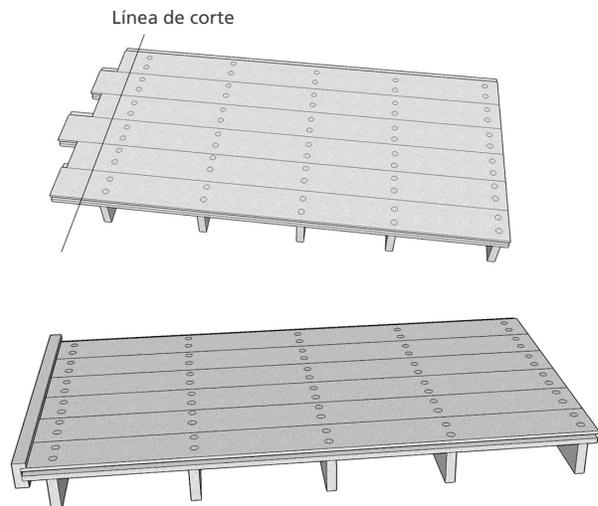


Figura 15
Remate de los bordes
dibujo: Ricardo Molina Cardozo



Cuadro 2

Recomendaciones para la utilización adecuada de madera machihembrada para techos

I. Calidad
Contenido de humedad (CH): 15% - 18%
Albura: no permitida
Rajaduras en los extremos de las piezas: hasta un (1) centímetro
Nudos sueltos: no permitidos
Nudos estables: menores de 1/3 el ancho de la pieza
Acebolladuras: no permitidas
Grietas superficiales que se vean por ambas caras de la pieza: no permitidas
Deformaciones que impidan un correcto ensamble: no permitidas
Perforaciones de insectos: no permitidas
Pudrición: no permitida
Acople entre macho y hembra: >7 mm
Macho o hembra rajados o faltantes: no permitidos
Presencia de corteza: no permitida
Holgura en los empalmes: <1 mm
Ancho de las piezas: constante
Longitud de las piezas: múltiplo del espaciamiento aplicado entre las correas
II. Protección
Usar madera seca, no exponerla a humedad
Dar pendiente al techo
Colocar goteros en los bordes
Usar canaletas recoge aguas (opcional)
Impermeabilizar la superficie superior inmediatamente después de colocar la madera
Colocar acabado final que proteja del sol y del agua
Usar preservante químico cuando exista alta exposición a riesgos
Seleccionar apropiadamente el preservante, concentración y método de aplicación
Aplicar preservante a madera seca y labrada antes de instalar la madera
III. Instalación
Espaciamiento entre correas: constante
En correas metálicas: atornillar el listón al perfil metálico
Lijado y acabado de las piezas: antes de su colocación
Iniciar la colocación desde la menor altura hacia la cumbre
Colocar las piezas con el macho hacia la parte superior
Luz entre piezas contiguas: no permitida
Longitud mínima de pieza machihembrada: equivalente a distancia de tres apoyos
Utilizar clavos con cabeza
Largo mínimo de clavo: 3 veces el espesor del machihembrado
Cantidad de clavos por contacto: 2

Referencias Bibliográficas

- Arriaga, Francisco / Herrero, Miguel (2001) Protección de la madera mediante el diseño constructivo. *Boletín de información técnica AITIM* N° 214.
- Centeno, Julio. (1983) "Normas de diseño para uniones clavadas con maderas venezolanas". Instituto Forestal Latinoamericano.
- COVENIN 1990 Norma 320-90/"Madera Glosario". Caracas.
- COVENIN (1991) Norma 2776-91/"Madera aserrada". Caracas.
- COVENIN 1993 Norma 321-93/"Pisos de madera". Caracas.
- Hernández, Beatriz y García, Guillermo (2004) "El techo de madera en Venezuela. Revisión y reflexiones para su uso en la vivienda de bajo costo". *Tecnología y Construcción*, Vol. 20-III.
- Instituto Forestal Latinoamericano (1991) Serie Maderas Comerciales de Venezuela. Ficha Técnica N° 22. Pino Caribe. IFLA.
- Jáuregui, José (1998) "La madera, el material del futuro" Asociación de Estudios Geobiológicos, GEA.
- Junta del Acuerdo de Cartagena (1980) *Cartilla de construcción con madera*. JUNAC.
- Junta del Acuerdo de Cartagena (1980) *Manual de clasificación visual para madera estructural*. JUNAC.
- Junta del Acuerdo de Cartagena (1984) *Manual de diseño para maderas del grupo andino*. JUNAC.
- Molina, Ricardo (1998) *La madera de pino caribe para uso estructural en la construcción de edificaciones en Venezuela*. IDEC. FAU-UCV. Caracas.
- Morales, Enrique (1991) Curso de construcción en madera. Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Occidental.
- Ninin, Luc (1995) *Tecnología de productos forestales: aspectos relevantes*. LABONAC.
- Rodríguez, Miguel (1999) *Impacto ambiental en el diseño estructural con madera*. AITIM.
- Universidad del Bío-bío (1998) *Edificaciones en madera*. UBB. Chile.