

madera

en la construcción

Agentes destructores
de la madera

La madera en sistemas
constructivos mayores
- grandes luces -

Patologías en cubiertas
con estructura de madera

<<Madera - Separata de **Edificar** (Revista de Arquitectura y Construcción)/Junio de 2004>>



5
Número CINCO

Editorial

La continuidad que hemos logrado con la Separata gracias al esfuerzo de los profesionales del Equipo de Construcción con Madera de la facultad de Arquitectura afirman el rumbo de este trabajo que también es valorado por los lectores de nuestra revista.

En este número encontrarán como tema central construcciones mayores en madera, también un análisis de los agentes destructores de la madera y por último un artículo sobre las patologías más frecuentes provocadas por agentes bióticos o abióticos en la construcción con madera.

Por último queremos invitarlos a participar de esta Separata enviando críticas y sugerencias que nos ayuden a mejorar tratando los temas que sean del mayor interés de los lectores.

Como siempre agradecemos a todos los que con su apoyo hacen posible la salida número a número de este material.

Mario Bellón
Director

Editorial	2
Agentes destructores de la madera	3
Tema Central	
La madera en sistemas constructivos mayores - grandes luces -	5
Patologías en cubiertas con estructura de madera	
Protecciones por diseño y medidas de carácter constructivo.	11

Separata **Madera** es una publicación de **Edificar** (Revista de Arquitectura y Construcción) / Director: Mario Bellón Sub-Director: Paulo Pereyra. Se distribuye GRATIS junto con la edición 40 de la revista / Precio de venta independiente \$ 10. El contenido de esta separata está coordinado con el Equipo de Construcción con Madera de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República, integrado por el Arq. Carlos Meyer, la Arq. María Calone, el Arq. Pier Nogaray y la Bach. Susana Torán.

Toda la madera a la medida que usted requiera



- Entrepisos / Pisos
- Vigas laminadas
- Cielorrasos / Lambris
- Molduras
- Estantes a medida

RAICES S.R.L.
INDUSTRIA DE LA MADERA

Daniel Fernández Crespo 1838
Tel/Fax: 402-1159 / 401-9122
raicesur@adinet.com.uy

Agentes destructores de la madera

Se entiende por agentes destructores a toda causa que directa o indirectamente interviene en el deterioro o alteración de la madera.

La madera como material de origen orgánico, (compuesta fundamentalmente por celulosa y lignina) sufre el ataque de organismos vivos, fundamentalmente hongos e insectos, que cuando encuentran las condiciones adecuadas para desarrollarse pueden llegar a destruirla totalmente.

Los agentes destructores de la madera se clasifican en bióticos (vivos) y abióticos (no vivos)

Agentes destructores bióticos

Los principales agentes bióticos son:

- Hongos cromógenos
- Hongos de pudrición:
 - pudrición blanca
 - pudrición parda
 - pudrición blanda
- Insectos de ciclo larvario
- Insectos sociales

Agentes destructores abióticos

Los agentes abióticos más comunes son:

- Radiación solar
- Lluvia
- Humedad

El riesgo que corre una madera de ser atacada por agentes destructores depende fundamentalmente de un diseño arquitectónico adecuado y de las condiciones de su puesta en servicio.

Los principales agentes abióticos que actúan sobre la madera al exterior son el sol y la lluvia. El efecto de los agentes atmosféricos es un fenómeno complejo ya que su acción es generalmente combinada con diferente intensidad y periodicidad.

La radiación solar actúa principalmente a través de los rayos ultravioletas y los infrarrojos.

La radiación ultravioleta quema las células de la superficie de la madera sin calentarla y el efecto que produce es un agrisamiento y desfibrado de la misma.

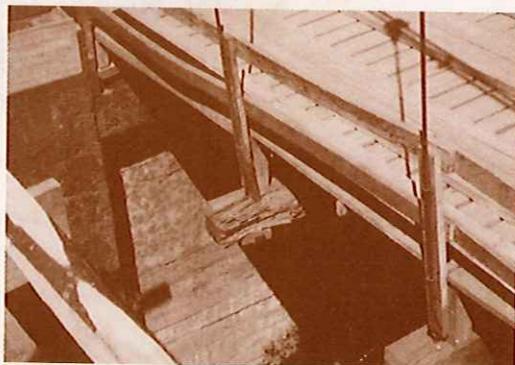
La radiación infrarroja calienta la superficie de la madera, pero sin quemarla. Produce la evaporación del agua contenida en las células de la superficie originando tensiones que producen fisuras y grietas.

La lluvia produce el mismo efecto sobre la madera, provoca un aumento del contenido de humedad en la superficie que será superior al del interior de la pieza lo que provoca que la superficie de la madera tenderá a hincharse en mayor medida que la parte interior. Este gradiente de humedad origina tensiones superficiales que conduce a la aparición de fisuras y grietas.

Los agentes bióticos destructores de la madera pertenecen tanto al reino vegetal (hongos) como al reino animal (insectos) reciben el nombre de agentes xilófagos ya que se alimentan de los compuestos de la madera, lo que provoca su degradación.

Los hongos que atacan a la madera reciben el nombre de hongos xilófagos e incluye a aquellos cuya acción modifica exclusivamente el aspecto y sobre todo el color (hongos cromógenos) y los que modifican las propiedades mecánicas y físicas (hongos de pudrición). Todos ellos necesitan oxígeno, cantidades elevadas de agua y temperatura para actuar.

Los hongos cromógenos provocan una coloración de la madera causada por la refracción de la luz en las hifas del hongo. La coloración más frecuente que producen en



las coníferas es la conocida como mancha azul, que si bien tiene poca importancia desde el punto de vista de las propiedades fisicomecánicas tiene repercusión desde el punto de vista estético y económico.

Los hongos de pudrición afecta notablemente las propiedades mecánicas, en particular la resistencia estática y dinámica, ya que atacan a la celulosa o a la lignina, pero necesitan humedad para su desarrollo por lo que toda madera debe ponerse seca en obra y mantenerse en ese estado. Si no se tienen garantías de evitar la rehumidificación se recomienda un tratamiento preventivo con un protector fungicida.

Los hongos causantes de la pudrición blanca destruyen más lignina que celulosa y el aspecto final que presenta la madera atacada es el de una masa amorfa y blanquecina. Los ataques se producen en maderas que son humedecidas permanentemente como en zonas de goteras o en cabezas de vigas que apoyan en muros con humedades de capilaridad.

Los hongos causantes de la pudrición parda se alimentan de la celulosa y el resultado de su

ataque es una madera sin resistencia a cualquier tipo de esfuerzo y que se deshace en las tres direcciones de ahí que se la conozca también como pudrición cúbica.

La pudrición blanda es originada por hongos inferiores y aparece frecuentemente en maderas que se encuentran en contacto con el suelo.

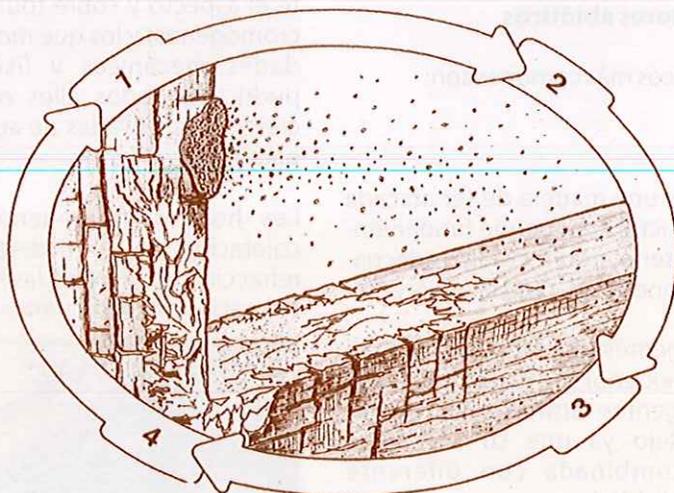
Estos hongos provocan en la madera una consistencia blanda como la de un queso fresco de allí su nombre.

En el próximo número se desarrollará el tema de los insectos xilófagos.



CICLO BIOLÓGICO DE LOS HONGOS

EN TODOS LOS CASOS, EL DESARROLLO DE UN HONGO XYLOFAGO SE REALIZA DE ACUERDO AL SIGUIENTE ESQUEMA



- 1).- EL APARATO REPRODUCTOR (GENERALMENTE LO QUE VEMOS AL EXTERIOR EN FORMA DE SETA), EMITE NUBES DE ESPORAS.
- 2).- ESTAS ESPORAS, TRASPORTADAS POR EL VIENTO, SE DEPOSITAN SOBRE MADERA. SI ESTA TIENE EL GRADO DE HUMEDAD ADECUADO, GERMINAN, DANDO ORIGEN A OTRO HONGO.
- 3).- EL NUEVO HONGO SE DESARROLLA Y CRECE ALIMENTÁNDOSE DE LA MADERA GRACIAS A SUS HIFAS; QUE SE VAN EXTENDIENDO POR EL INTERIOR DE LA MISMA.
- 4).- EN UN DETERMINADO MOMENTO DE SU DESARROLLO, CREA EL APARATO REPRODUCTOR, QUE SALE AL EXTERIOR PARA CUMPLIR SU FUNCIÓN DE LANZAR AL AIRE MAS ESPORAS Y DAR ORIGEN A NUEVOS INDIVIDUOS.

La madera en sistemas constructivos mayores - grandes luces -

La madera es un material excelente para todo tipo de construcción, destacándose que su liviandad en relación a la capacidad de soportar esfuerzos, le confiere grandes ventajas comparada con otros materiales como el hormigón armado. Este aspecto hace que sea un material ideal a tener en cuenta cuando encaramos proyectos de grandes luces.

En la medida que la madera, que es un producto natural y renovable, presenta diversos aspectos derivados de su crecimiento, defectos, nudos, rajaduras, etc., es de fundamental importancia extremar el cuidado en la clasificación del material que en este tipo de estructuras está en general sometido a importantes tensiones. De la misma manera es importante extremar los aspectos de diseño en base a los códigos vigentes y la tecnología de los aspectos de fabricación y constructivos.

Clasificación de la madera a utilizar - La misma se puede realizar visualmente o mecánicamente. El sistema más usual es el de la clasificación visual de las piezas, donde se deben apreciar todos los defectos y establecer la influencia sobre las características mecánicas ubicándolas así en determinado rango o clasificación (norma)

Códigos para el diseño estructural - este aspecto es de fundamental importancia en la medida que se trata de grandes estructuras y donde es necesario realizar un diseño racional que resulte económico, con el justo consumo de material que asegure la estabilidad del conjunto. Los códigos en general hacen referencia al material a utilizar según lo definió la norma, estableciendo para las distintas piezas, la clasificación que debe tener la madera y sus tensiones admisibles.

Tecnología de la construcción - la mayoría de las grandes estructuras están compuestas por trozos de madera más pequeños utilizándose sistemas de uniones y encolado que tienen toda una tecnología particular e importantes aspectos de diseño, siendo estos de fundamental importancia para consolidar la construcción.



CLAVADORAS...

*Eléctricas, manuales, neumáticas. Para clavos y grapas.
Repuestos para todas las marcas.*



La Casa de la Engrapadora

WILSON FERREIRA ALDUNATE (ex Río Branco) 1171

(entre Maldonado y Canelones)

TELEFONOS: 900 84 88 - 902 40 83

e-mail: diproind@netgate.com.uy



DISTRIBUIDORA

PROIND LTDA

ESTACIONAMIENTO PROPIO EN EL 1165

La propia dimensión de la madera que es posible obtener del aserrado, hace que las estructuras constituidas de una sola pieza maciza se limiten a luces pequeñas de no más de 6 mts., existiendo escasamente piezas de mayor tamaño pero que en general no es posible conseguirlas comercialmente.

Por ello se considera que las estructuras de grandes luces son aquellas mayores a esta dimensión y para las cuales hay que recurrir a sistemas en donde los aspectos tecnológicos tienen cada vez mas influencia.

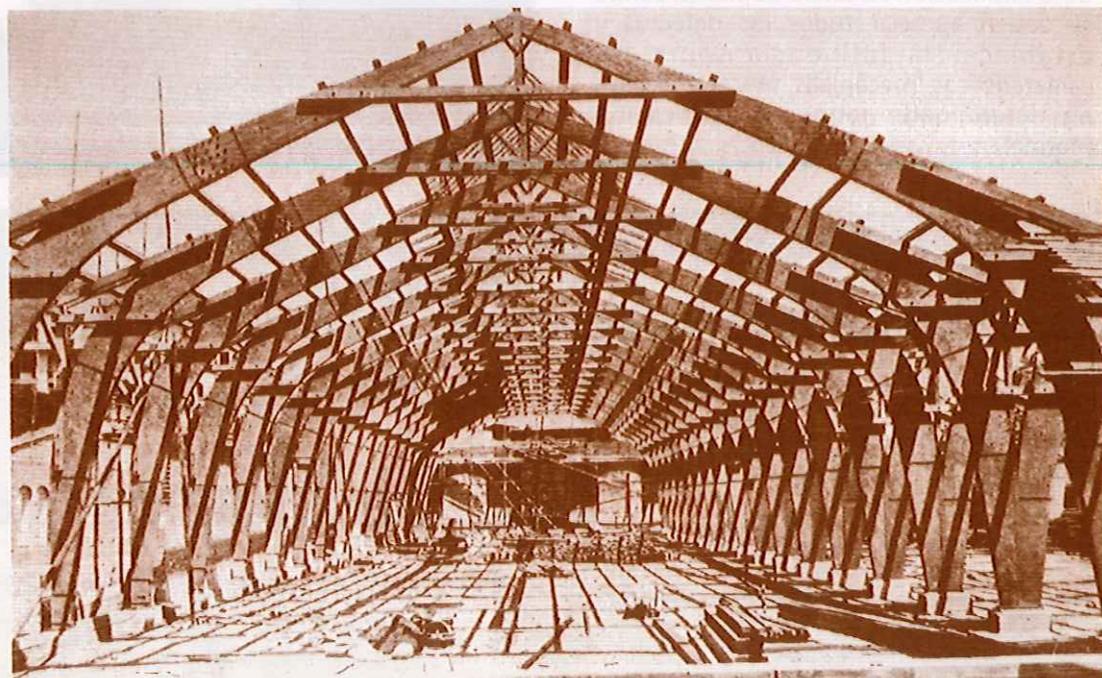
Básicamente cualquiera sea el tipo de construcción de grandes luces que se detallarán más adelante es necesario recurrir a:

Estructuras formadas por gran cantidad de piezas de madera aserrada, de secciones muchas veces pequeñas y que se relacionan entre sí con diversos elementos metálicos, como clavos, tornillos, placas metálicas, rótulas, etc. En muchos casos la responsabilidad estructural principal está justamente asumida por estas uniones.

Estructuras formadas por elementos de madera laminada. En muchos casos forman

piezas relativamente chicas que funcionan de la misma forma en que se ha detallado en el párrafo anterior incorporándose entre si con uniones metálicas. En otros casos forman grandes elementos, vigas, pilares, pantallas de secciones muy importantes y cualquier largo, que en general están limitadas por motivos de transporte o construcción y montaje. Todos los elementos de madera laminada están constituidos por maderas (láminas) en general de coníferas (pinos) encolados con colas de gran resistencia (fenol, resorcinol, etc.) que le otorgan excelente comportamiento estructural con alta resistencia a la flexión y con muy buenos módulos de elasticidad. Este es el sistema más comúnmente utilizado en la actualidad para estructuras de grandes luces y con el cual se logra el mejor aprovechamiento del material.

Es de destacar que su fabricación requiere estrictos controles de calidad en donde adquiere gran importancia la clasificación de la madera, además de parámetros como la humedad de la madera, la humedad relativa y temperatura del momento de encolado, la presión aplicada, etc. lo cual se logra en general en plantas industriales con cierto nivel de desarrollo



Estructuras mixtas - Estas están constituidas por la utilización de maderas aserradas y/o piezas laminadas y la incorporación de piezas metálicas que pueden absorber los esfuerzos de tracción o compresión como tensores, bielas, perfiles, etc. Los sistemas de unión resultan aquí también de gran importancia.

De lo anterior se puede deducir que todos estos sistemas constructivos son de gran ventaja para la aplicación en programas donde es necesario disponer de grandes luces fundamentalmente en gimnasios, piscinas, fábricas, galpones hangares, auditorios, etc. así como también en otras estructuras medianas como salones de clase, edificios de oficinas, etc.

Principales tipos de estructuras

Las estructuras mayores se pueden dividir en planas o espaciales. Analizaremos principalmente los sistemas planares por ser los más comunmente utilizados, haciendo solamente algunas breves referencias a los sistemas espaciales.

Sistema por planos o planares

Se construye con elementos planos que pueden ser rectos o curvos, compuestos o simples que se unen entre sí. Estos elementos planos

ESPACIALIDAD TIPICA ESTRUCTURA PLANAR



pueden disponerse de diversas formas, siendo la más común la disposición lineal que da lugar a plantas de tipo rectangular. Estos elementos planos deben absorber importantes cargas por pesos propios y sobrecargas además de la acción del viento. Resulta fundamental el diseño de los elementos arriostrantes que eviten el volcamiento de los planos. Ello se logra mediante la colocación de tensores en diagonal o la colocación de planos rígidos perpendiculares de placas de madera contrachapada que pueden a su vez conformar los cerramientos interiores o exteriores.

Adquiere gran importancia a su vez la forma de unión entre los elementos particularmente su unión con las bases de cimentación y las condiciones de vínculo, ya sean empotramientos o articulaciones.

Estos elementos planos se pueden clasificar en:

vigas son elementos lineales que trabajan fundamentalmente con esfuerzos de flexión y cortante y descargan sobre dos o más apoyos pudiendo conformar vigas continuas y volados. En la medida que se trabaje con vigas compuestas o vigas

**TIENE UNA ENGRAPADORA MARCA "#*©!!!"
Y NO ENCUENTRA LAS GRAPAS ?**

NO CAMINE MÁS !! La Casa de la Engrapadora

Tenemos grapas para todas las máquinas, cualquiera sea su marca.



DISTRIBUIDORA
PROIND LTDA.

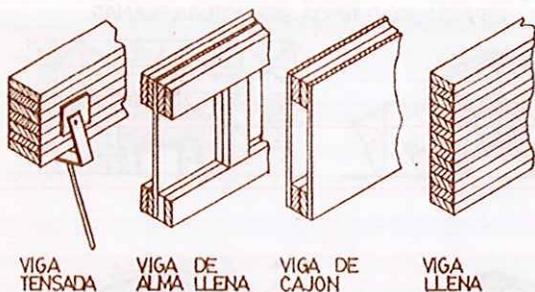
ESTACIONAMIENTO PROPIO EN EL 1165

WILSON FERREIRA ALDONATE (ex Río Branco) 1171

(entre Maldonado y Canelones)

TELEFONOS: 900 84 88 - 902 40 83

e-mail: diproind@netgate.com.uy



Cerchas Las cerchas son elementos constructivos que tienen tanto posibilidades de uso en grandes luces como en pequeñas luces de viviendas, siendo relativamente fáciles de fabricar mediante la unión de sus elementos con placas dentadas metálicas o placas de contrachapado o mediante tornillos, bulones, clavos, etc.

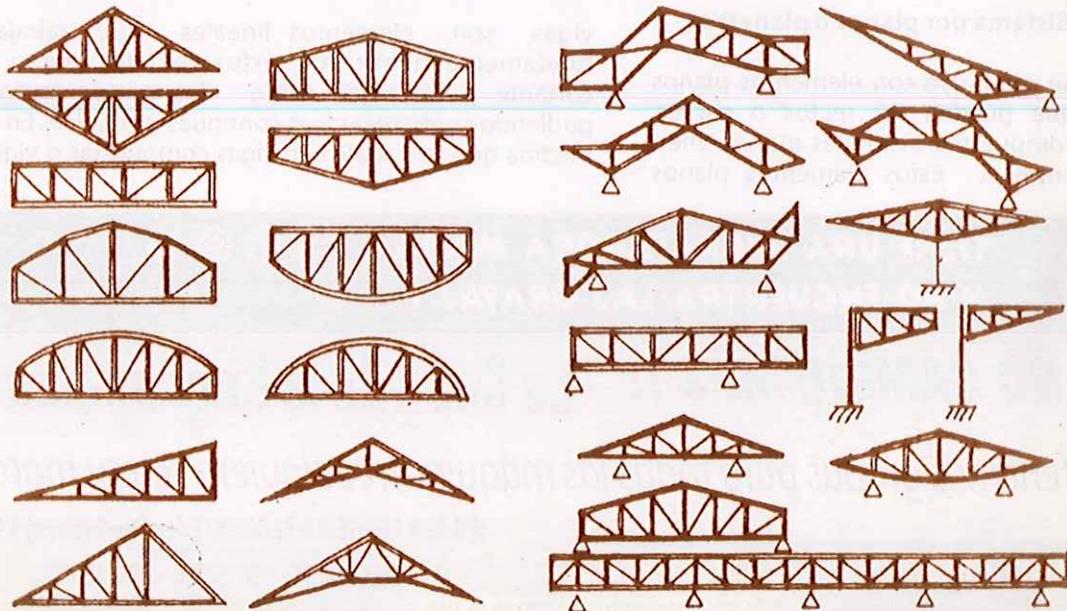
Tema Central

laminadas es posible dar distintas formas a las vigas, rectangulares o curvas, etc. o darles secciones variables lo que permiten grandes posibilidades de diseños. Asimismo las secciones variables le permiten hacer el mejor uso del material disponiendo de secciones distintas de acuerdo a los esfuerzos a que está sometida y la variación de los momentos flectores.

Son básicamente un conjunto de piezas menores que dentro de la cercha trabajan a tracción o compresión y forman triángulos indeformables los que colaboran en la indeformabilidad del conjunto. Con frecuencia los elementos a tracción pueden ser sustituidos por tensores metálicos. Las cerchas cuentan además con cordón inferior y superior, los cuales en general reciben algún tipo de carga distribuida, techos, etc. por lo cual estos cordones en general están también sometidos a flexión.

La construcción con elementos de madera laminada es predominante, por sus grandes posibilidades y versatilidad. Se pueden complementar con tensores y elementos metálicos. Sin embargo existen otros tipos de vigas con las que pueden lograrse también luces importantes. Estas son las vigas de alma llena (vigas I) o vigas de cajón que incorporan almas o elementos laterales de maderas contrachapadas.

Las cerchas permiten una gran variedad de formas y en muchos casos dejar estructuras con elementos de madera a la vista que resultan atractivos estéticamente. De la misma forma que otras estructuras planares, las cerchas deben ser arriostradas en forma perpendicular a las mismas. En muchos casos el arriostramiento se da naturalmente por los elementos asociados a los apoyos, debiendo tenerse en cuenta la longitud de las vigas y



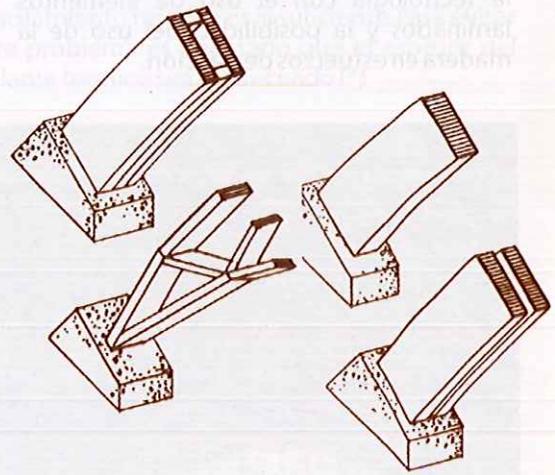
Calcular los arriostramientos intermedios que impidan los pandeos laterales.

Marcos - los marcos están constituídos por vigas y pilares unidos mediante una unión rígida o empotramiento por lo cual actúan en conjunto como una sola pieza. Estos marcos pueden realizarse con madera laminada. Dependiendo de su forma y tamaño, muchas veces el elemento es prensado en un mismo momento y dependiendo de la curvatura pueden usarse lamelas continuas. Si la viga y el pilar deben prensarse por separado, deben ser luego empotrado con elementos metálicos, chapas interiores de acero, anillos, etc.

Arcos - Los arcos son estructuras que funcionan fundamentalmente a la compresión pudiendo tener distintas condiciones de vínculos. Son en general envolventes del espacio arrancando desde la propia cimentación con una articulación.

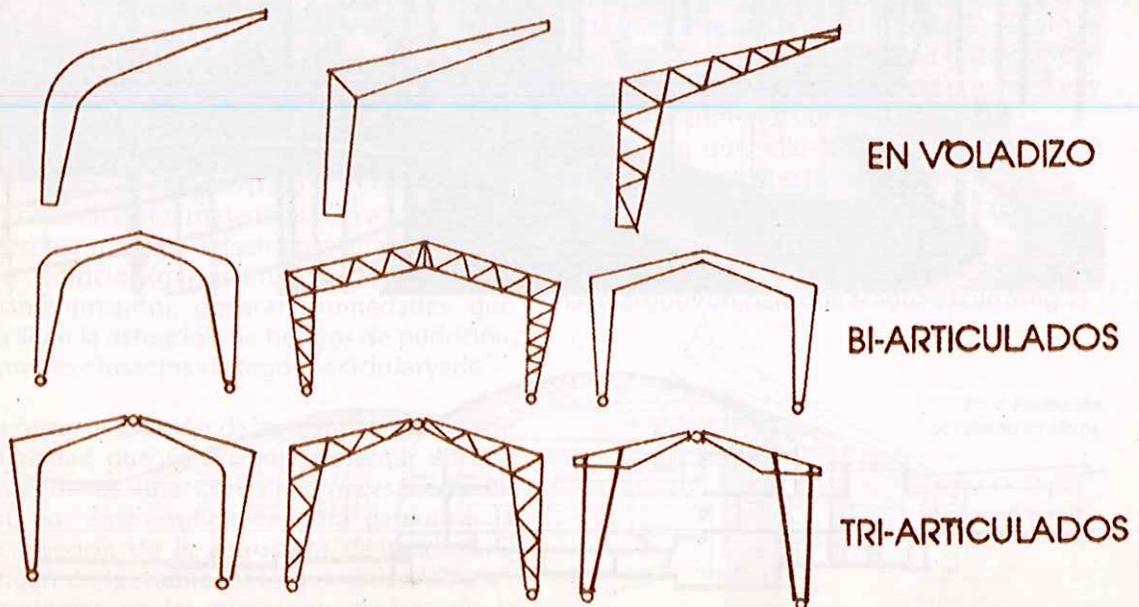
Son ideales para el trabajo con madera laminada ya que con la curvatura adecuada son fáciles de ejecutar, regulando el espesor de las lamelas.

Los marcos también pueden lograrse mediante el uso de pilares dobles o triples permitiendo el paso de las vigas entre ellos y provocando el empotramiento con elementos metálicos, bulones, etc. asegurando dicha condición ya que en la mayoría de los casos las uniones entre maderas son consideradas como articulaciones.



Los marcos pueden hacerse participar de arcos biarticulados o triarticulados según los vínculos entre si y con las fundaciones. En caso de empotramiento solamente en la cimentación, se denomina en voladizo.

TIPOLOGIAS FORMALES DE MARCOS



EN VOLADIZO

BI-ARTICULADOS

TRI-ARTICULADOS

tema Central

sintéticas o al aceite o con barnices poliuretánicos.

colocar, antes del material de cubierta elegido, una capa impermeable para evitar infiltraciones de agua al interior.

colocar el material de la cubierta con la pendiente y traslapes adecuados.

Los medios de unión mecánicos (clavos, bulones, planchuelas metálicas) y las babetas que se coloquen en limatesas, limahoyas, encuentro con muros laterales y ductos deben ser galvanizadas.

Tratamiento de la madera

Algunas maderas cuentan con componentes que representan un rechazo natural para los insectos xilófagos, sin embargo, la mayoría de ellas en su estado natural tienden a sufrir ataques y ser progresivamente destruidas por los agentes bióticos y abióticos.

La madera nacional (pinos y eucaliptos) son maderas atacables por insectos xilófagos y tienen una menor resistencia mecánica que las maderas duras importadas. Pero tienen la posibilidad de ser totalmente impregnadas (pinos) y parcialmente impregnadas (eucaliptos) con productos que las convierten en inatacables y les confieren una prolongada vida útil.

Por ello es necesario que se usen maderas impregnadas por vacío-presión. Así se asegurará que las maderas mantengan no solo los aspectos estéticos sino también sus condiciones de resistencia estructural.

En nuestro país existen varias empresas que se dedican a la impregnación de maderas. El producto más utilizado es el CCA (óxidos de cromo-cobre-arsénico) que tiene una ligazón

química con la celulosa y la lignina que impiden su lixiviación. El proceso de impregnación se realiza en autoclaves en momentos en que la madera está por debajo del 30% de humedad.

No es conveniente quemar en obra la madera impregnada porque los productos contaminantes se liberan al ambiente.

Cuando se trabaje con madera de pino y eucalipto, se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

Las maderas que cumplen función estructural, siempre deben ser tratadas. Se recuerda que los pinos se impregnan totalmente y que los eucaliptos admiten impregnación solamente en la albura (parte más blanda).

También deben ser tratadas las piezas difícilmente accesibles que para su recambio requieran realizar importantes desmontajes.

Puede usarse madera sin tratar en ubicaciones no estructurales y fácilmente accesibles para su recambio como revestimientos interiores, zócalos, tapajuntas que no estén al exterior.

Sin embargo es muy conveniente utilizar madera impregnada en todas las ubicaciones ya que no existe una gran diferencia económica, mientras que las operaciones de desmontaje y recambio pueden resultar muy costosas en operativa y mano de obra.

Los valores de retención a exigir en el caso de pino y eucalipto de acuerdo a las condiciones de uso son los siguientes:

Suscríbase al Boletín Electrónico

 **edificar news**

ingrese en www.edificar.net

Pino sin contacto con el suelo retención mínima = 4 kilos de óxidos por m³ de madera.
Eucalipto sin contacto con el suelo retención mínima

Uso interior = 5 kilos de óxidos por m³ de albura

Uso exterior = 7 kilos de óxido por m³ de albura

Nota :Madera de pino el valor se refiere al total del volumen

Madera de eucalipto, como se impregna sólo la albura, el valor de la norma se refiere al volumen total de albura

