

20

CEDRIA®



CEDRIA

Lasures y barnices

INTRODUCCIÓN

BOSQUES EL PULMÓN DE LAS CIUDADES, NOS SALVAGUARDAN DE LA POLUCIÓN Y LOS RUIDOS

A lo largo de la historia, los bosques han hecho habitable nuestro planeta. Ellos proporcionan el oxígeno necesario para la vida, limpian la atmósfera y purifican el ambiente. En el entorno natural, mitigan la fuerza de las lluvias y de los cursos de agua evitando inundaciones, enriquecen y fijan el suelo impidiendo la erosión, regulan la temperatura, atemperan los vientos, suavizan el clima, embellecen el paisaje y proporcionan refugio, ejerciendo una influencia inigualable para el bienestar del hombre en la Tierra.

Con estas funciones no es de extrañar que desde el momento en el que el ser humano abandonó la vida en las cuevas, los bosques se convirtieran en sus protectores ofreciéndole alimentos, agua y productos como la madera, una de las materias primas más nobles y útiles que existen y sin la cual el hombre nunca hubiera podido alcanzar los altos niveles de bienestar de los que disfruta actualmente.

01 MADERA

Estructura de la madera

Composición de la madera

Clasificación de la madera

Durabilidad de la madera y clases de riesgo

02 AGRESIONES A LA MADERA

Madera en uso exterior

Madera en uso interior

Factores de agresión a la madera

Xilófagos que atacan la madera

03 PROTECCIÓN DE LA MADERA

Composición y tipos de protectores de la madera

Elección del tipo de protección

Sistemas de aplicación

01 **MADERA** DESDE SIEMPRE RECONOCIDA COMO UN MATERIAL CON PROPIEDADES EXTRAORDINARIAS

Entre el conjunto de materiales que dispone el hombre, ningún otro resulta tan práctico como la madera. La madera siempre ha sido reconocida como un material con propiedades extraordinarias que le permiten adaptarse a muchos usos. Es fácil de trabajar y, al mismo tiempo, posee un buen desempeño estructural. Aporta funciones decorativas y calidez a los entornos en los que se utiliza, y a menudo tiene importantes significados simbólicos. Como material natural, la madera es percibida como un material vivo.



La utilización de la madera en la construcción se remonta al origen mismo de la arquitectura, como ya señaló, en el siglo I antes de Cristo, el arquitecto, ingeniero y escritor romano, Marco Vitruvio, cuando estudió la “cabaña primordial” (aquella primera cabaña que el ser humano construyó cuando abandonó su vida en las cuevas).

La proliferación del uso del hormigón armado y del acero durante la revolución industrial permitió el nacimiento de un nuevo lenguaje arquitectónico, que paulatinamente y en un proceso lento, fue relegando toda la tradición de la arquitectura en madera, a la construcción de edificios de baja calidad con estructuras de poco interés arquitectónico. Esto ocasionó que se perdiese entre los constructores y arquitectos gran parte del amplio y rico acervo de conocimiento, tradición y experiencia en el trabajo de carpintería y ebanistería.

Hoy en día, aunque el conocimiento que tenemos de sus características es más amplio que en el pasado y es posible seguir respondiendo con madera a una gama elevada de posibilidades poéticas, aún es frecuente cierta falta de comprensión de las características particulares de la madera entre algunos arquitectos. Existe una tendencia a utilizarla en forma poco apropiada, empleando detalles de construcción a menudo incorrectos, sin considerar las formas eficientes en que diferentes tipos de madera se pueden combinar, o sin tomar las precauciones adecuadas para evitar su deterioro. El conocimiento de las características de la madera y su adecuada utilización puede originar unas bellas soluciones arquitectónicas, que además de singulares tienen la virtud de generar entornos cálidos y muy habitables.

La madera convenientemente elegida y tratada contra el agua puede mantenerse bella y viva un período muy largo de tiempo. Sirva de ejemplo uno de los edificios de madera en pie más antiguos de Europa Central, la casa Bethlehem en Suiza, construida en 1287 y que aún hoy está abierta a los turistas que la visitan.

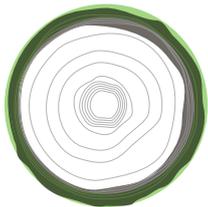
La madera se puede combinar fácilmente con todos los demás materiales de construcción. Además, en su forma nativa, se puede utilizar como materia prima para materiales de construcción más complejos como maderas estructurales, satisfaciendo normas nacionales e internacionales y requisitos de diseño específicos.

Por otra parte, la madera es uno de los materiales de construcción más sostenible, pues contribuye a la fijación de dióxido de carbono. Además, proporciona beneficios sociales de alto valor: según estudios recientes, vivir en contacto con la madera garantiza una mayor calidad de vida.

LA ESTRUCTURA DE LA MADERA

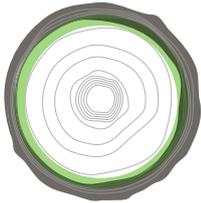
De exterior a interior, las diferentes partes del tronco de un árbol son:

Corteza exterior y corteza interior



La corteza exterior o súber, que protege al árbol contra los peligros del exterior. Se renueva constantemente, no permite que pase el agua de lluvia y evita que, cuando incide el sol, se produzca una evaporación demasiado fuerte. Sirve además de protección contra el frío, el calor y la invasión de hongos e insectos.

La corteza interior o floema, que está formada por tejido vivo y transporta, en sentido descendente, hasta las raíces, los alimentos fabricados en la fotosíntesis y el oxígeno absorbido del aire usado en la respiración. El floema puede tener fibras de líber, que son muy fuertes, y en algunas especies constituyen la materia prima de la que se obtienen fibras comerciales. Estas células viven un tiempo relativamente corto, después mueren y se convierten en súber para finalmente formar parte de la corteza externa protectora.

Cambium

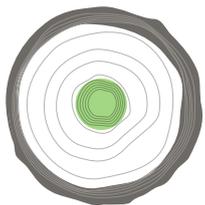
Esta capa de células se encuentra siempre en período de división y produce alternativamente células de floema y xilema. Cuando una célula del cambium se divide para formar células de xilema, la que ocupa una posición más interna de las dos resultantes se transforma en xilema, mientras que la exterior sigue actuando como cambium en la división siguiente. Cuando ésta ocurre, la célula más externa se transforma en célula del floema, y la interna sigue actuando como cambium, y así sucesivamente, produciendo cada año corteza nueva y madera nueva. Las auxinas, hormonas que se generan en los brotes de las hojas y extremos de las ramas tan pronto como comienzan a brotar en primavera son las responsables que se produzcan los cambios químicos que originan este crecimiento.

Xilema

Es el término botánico de la madera, y está formado por tejido leñoso. Dado que las células de xilema producidas en primavera son grandes y las formadas más tarde pequeñas, y que durante el invierno el crecimiento se interrumpe, la madera que se forma cada año adopta la forma de anillo anual o de crecimiento. Se diferencian unos de otros por una diferencia de color que alterna el claro (madera primeriza correspondiente al crecimiento primaveral), y el oscuro (madera tardía correspondiente al crecimiento otoñal más lento), de forma que cada alternancia de anillo claro a anillo oscuro indica un año en la vida del árbol. La anchura de cada anillo se ve afectada por el clima, el tipo de árbol y otras variables.

Albura

Los anillos más jóvenes, de tonalidad más clara, constituyen la albura. Están formados por tejidos que transportan agua y nutrientes minerales disueltos desde el suelo, y también los productos gaseosos de la respiración, que se forman en todas las células vivas de la planta, hacia las hojas, desde las que pasan a la atmósfera.

Duramen

A medida que el tronco crece, la parte interna de la albura se ve desplazada de la zona de crecimiento activo, el cambium, y sus células mueren, sufriendo transformaciones químicas por acumulación de resinas, taninos, aceites esenciales y otras sustancias, transformándose en duramen.

Los anillos anuales más antiguos del xilema, de color más oscuro, casi nunca son funcionales. Es la parte central y sustentadora del árbol. Aunque no está viva, no se descompone, sino que conserva su fuerza sustentadora en tanto viven las capas exteriores. Constituido por un sistema de células de celulosa huecas unidas o conectadas por un producto similar a una cola química, es decir la lignina, es en muchos aspectos tan fuerte como el acero. Un trozo de tan solo 30 centímetros de largo, con una sección de 2,5 x 5 centímetros, soporta un peso de hasta 5 toneladas.

COMPOSICIÓN DE LA MADERA

En lo referente a la composición de la madera, al igual que cualquier sustancia de origen natural orgánico, estará formada por carbono (50%), oxígeno (42%), hidrógeno (6%) y nitrógeno (0.2%), principalmente, además de otros elementos inorgánicos como fósforo, sodio o calcio.

En cuanto a los componentes moleculares tenemos:

- **CELULOSA (50%):** es un hidrato de carbono que se descompone rápidamente con la humedad, pero es inalterable en ambiente seco.

- **LIGNINA (20%)**: no se conoce con exactitud su composición química, pero es la sustancia que actúa como cementante, endureciendo la madera.
- **HEMICELULOSA (~20%)**: es la responsable de la unión fibrosa en la madera, sin influir en la dureza ni en las propiedades mecánicas. Es fácilmente atacable por los hongos.
- **OTRAS**: como colorantes, resinas, almidón, taninos, oleínas, azúcares, etc.

En cualquier caso, las composiciones dadas pueden variar, en mayor o menor medida, dependiendo del tipo de árbol y de las condiciones de crecimiento.

CLASIFICACIÓN DE LA MADERA

Las maderas pueden clasificarse de diversas formas según el criterio que se emplee. Uno de los más importantes es el de sus propiedades, las cuales están en función de su estructura, es decir, de su textura. La textura dependerá a su vez del modo de crecimiento del árbol.

- **MADERAS BLANDAS**: Las maderas provenientes de árboles de crecimiento rápido presentan anillos de crecimiento anchos y son blandas.
- **MADERAS DURAS**: Las maderas provenientes de árboles de crecimiento lento presentan anillos muy estrechos que proporcionan una especial dureza.

En función del modo de crecimiento, las maderas se dividen en:

Maderas resinosas

Suelen ser maderas de lento crecimiento, propias de zonas frías o templadas. Poseen buenas características para ser trabajadas y buena resistencia mecánica. Este tipo de maderas son las más usadas en carpintería y en construcción. Algunas de las más conocidas son: el pino, el abeto o el alerce, por ejemplo.

Maderas frondosas

Son maderas propias de zonas templadas. Podemos diferenciar tres grupos: duras, blandas y finas. Dentro de las duras tenemos el roble, la encina y el haya, por ejemplo. Dentro de las blandas tenemos el castaño, el abedul o el chopo, entre otras. Por último, dentro de las finas encontramos el nogal, el cerezo, el manzano, el olivo y otros árboles frutales.

Maderas exóticas

Son las mejores maderas y las que permiten mejores acabados. Dentro de este grupo tenemos la caoba, el ébano, la teca, el palisandro y el palo rosa, entre otras muchas.

LA DURABILIDAD DE LA MADERA Y LAS CLASES DE RIESGO

Los árboles son el resultado de un complejo proceso evolutivo que se inicia, hace más de 300 millones de años, con la aparición de las primeras coníferas. Mientras la madera forma parte de un árbol vivo su durabilidad puede ser asombrosa, existiendo coníferas que superan los 5.000 años de edad.

Cuando se produce la muerte del árbol, los organismos xilófagos que viven en su entorno (insectos de ciclo larvario, termitas, hongos de pudrición) contribuyen a la degradación de la madera, siendo los hongos de pudrición quienes cumplen el papel esencial para poder llevarla a cabo. En la madera apeada, las sustancias almacenadas en la albura constituyen el principal alimento de los insectos xilófagos de ciclo larvario que, a menudo, limitan sus ataques a esta zona. Otros factores como el mayor contenido de humedad y la ausencia o un menor contenido en extractos, resinas, etc., también favorecen el ataque de otros xilófagos como los hongos de pudrición.

En ocasiones, la madera queda inmersa en unas condiciones que la convierten en un material prácticamente imperecedero. Un ejemplo son los elementos de madera que permanecen sumergidos en agua dulce, donde pueden alcanzar una durabilidad extraordinaria ya que el ambiente saturado de agua y desprovisto de oxígeno impide el desarrollo de los principales organismos xilófagos.

La menor durabilidad de la albura respecto del duramen ya era conocida por los romanos que, a menudo, purgaban la albura existente en los elementos estructurales de pino, ciprés o roble empleados en edificación. De hecho, hasta bien entrado el siglo XIX, numerosos tratados de construcción sólo consideraban aprovechable el duramen.

Con el paso del tiempo, las sucesivas generaciones de carpinteros y constructores seleccionan especies con una elevada durabilidad natural y, sobre todo, desarrollan medidas de diseño constructivo que permiten limitar o impedir el ataque de los hongos de pudrición en situaciones como los apoyos de las vigas y pies derechos.

Hoy en día, un volumen creciente de madera estructural es suministrado por plantaciones comerciales y la utilización de la albura es esencial para conseguir un aprovechamiento racional de estos recursos. Son los tratamientos protectores los que permiten conferir a la madera de albura -en función de su impregnabilidad- una elevada durabilidad que puede superar la del propio duramen.

FRONDOSAS

MADERAS	ORIGEN	DENSIDAD	DUREZA	TRABAJABILIDAD	ENCOLADO	DURABILIDAD	IMPREGNABILIDAD
ALISO	Europa	0.49-0.53	Blanda	Fácil	Bueno	Buena	Difícil
CASTAÑO	Europa	0.55-0.75	Semidura	Buena	Bueno	Media	Media
ROBLE	Europa	0.60-0.80	Dura	Buena	Bueno	Buena	Media
ARCE	Europa	0.60-0.75	Semidura	Buena	Bueno	Fiable	Media
FRESNO	Europa	0.65-0.80	Dura	Buena	Bueno	Fiable	Media
HAYA	Europa	0.60-0.75	Semidura	Buena	Bueno	Fiable	Fiable
NOGAL	Europa	0.60-0.80	Semidura	Buena	Bueno	Fiable	Media
OLMO	Europa	0.60-0.85	Dura	Variable		Media	Media
ÁLAMO	Europa	0.35-0.55	Muy blanda	Bastante buena		Fiable	Media
PLÁTANO	Europa	0.60-0.75	Dura	Buena		Buena	Media
ROBINA (FALSA ACACIA)	Europa	0.60-0.80	Muy dura	Difícil		Buena	Difícil

CONÍFERAS

MADERAS	ORIGEN	DENSIDAD	DUREZA	TRABAJABILIDAD	ENCOLADO	DURABILIDAD	IMPREGNABILIDAD
ABETO DOUGLAS	Norteamérica	0.45-0.70	Blanda	Buena	Bueno	Buena	Difícil
ABETO ROJO	Europa América	0.40-0.50	Blanda	Fácil	Bueno	Fiable	Media
ALERCE EUROPEO	Europa Asia	0.45-0.70	Blanda	Buena	Bueno	Buena	Fácil
PINO RODENO (P. PINASTER)	Europa	0.50-0.75	Semidura	Buena	Bueno	Media	Fácil
PINO ALBAR (P. SYLVESTRIS)	Europa	0.45-0.70	Blanda	Buena	Bueno	Buena	Fácil
PINSAPO (ABIESPINSAPO)	Europa	0.40-0.65	Blanda	Buena	Bueno	Fiable	Media
SABINA	Norteamérica	0.33-0.39	Blanda	Buena	Bueno	Buena	Media
SECUOYA	Europa América	0.50-0.60	Blanda	Fácil	Bueno	Buena	Media

EXÓTICAS

MADERAS	ORIGEN	DENSIDAD	DUREZA	TRABAJABILIDAD	ENCOLADO	DURABILIDAD	IMPREGNABILIDAD
DOUSSIE	África	0.70-0.90	Dura	Difícil	Difícil	Buena	Difícil
IPÉ	América del Sur y central	0.55-0.75	Muy dura	Bastante buena	Bueno	Buena	Difícil
SAPELLI	África	0.60-0.80	Semidura	Buena	Bueno	Media	Media
TECA	Asia	0.60-0.75	Dura	Bastante buena	Bueno	Buena	Difícil
WENGÉ	África	0.80-0.95	Muy dura	Difícil	Difícil	Buena	Difícil

Hay especies de madera, principalmente las exóticas, como el ipé, el wenge o la teca, entre otras, que son muy poco sensibles frente al ataque de los hongos e insectos y presentan así mismo de forma natural excelentes cualidades de incorruptibilidad o durabilidad. En principio, estas especies no necesitan ningún tratamiento preventivo contra hongos o insectos, sino un tratamiento de protección que evite la disolución por el efecto de la lluvia o radiación solar.

Las normas UNE-EN 335-1, UNE-EN 335-2 y UNE-EN 335-3 sobre la Durabilidad de la madera y de sus materiales derivados definen cinco diferentes clases de riesgo en función de la ubicación de la madera. Según la madera esté expuesta a condiciones de interior o de exterior y sometida con mayor severidad a los efectos de los factores que la degradan, los requerimientos de tratamientos para su perfecta conservación serán mayores o menores.

RIESGOS

CLASE DE RIESGO	SITUACIÓN A LA INTEMPERIE	EXPOSICIÓN DE LA MADERA	CONTENIDO DE HUMEDAD	RIESGOS
1	Cubierto y sin contacto con el suelo	Permanente y seco	Máxima 18-20%	Insectos xilófagos de ciclo larvario (termitas), (azulado)
2	Cubierto y sin contacto con el suelo, con riesgo de humedades	Humectaciones ocasionales	En alguna ocasión >20%	Insectos xilófagos de ciclo larvario, (termitas), hongos Basidiomycetes (azulado)
3	Al exterior no cubierto y sin contacto con el suelo	Humectaciones frecuentes	Frecuentemente >20%	Insectos xilófagos de ciclo larvario, (termitas), hongos Basidiomycetes (azulado)
4	En contacto con el suelo o con agua dulce	Humectaciones permanentes	Permanente >20%	Insectos xilófagos de ciclo larvario, (termitas), hongos Basidiomycetes, hongos de pudrición blanda (azulado)
5	En contacto con agua salada	Humectaciones permanentes	Permanente >20%	Insectos xilófagos de ciclo larvario, (termitas), hongos Basidiomycetes, hongos de pudrición blanda (azulado)

02 **AGRESIONES A LA MADERA** UN MATERIAL NOBLE Y VIVO QUE REACCIONA A LOS FACTORES EXTERNOS

Conocer cuáles son los factores que pueden perjudicar a la madera y cuáles son sus efectos son el primer paso para protegerla, cuidarla y mantenerla viva y bella. Tanto en uso exterior como en interior, estos factores existen. Sin embargo, es en las maderas de uso exterior, a la intemperie, donde los factores son mayores y el riesgo más amplio, de ahí que también lo sea la necesidad de prestar máxima atención a cuáles son los tratamientos preventivos y curativos más adecuados.

Los rayos ultravioleta del sol agreden a maderas en exteriores. La humedad y el agua propician la aparición de hongos e insectos. Carcomas y termitas también encuentran un hábitat idóneo en determinados usos, en especial de interiores. Otros factores, como el fuego –la madera es altamente combustible-, los compuestos químicos y los mohos, son otros factores a tener muy en cuenta.

La observación del tipo de madera, del uso, de los factores y del estado, así como la calidad de los productos de tratamiento y su tipo de aplicación, determinará la periodicidad e intensidad de los mantenimientos.



MADERA EN USO EXTERIOR

Los rayos ultravioleta del sol son un enemigo natural de la madera. Son los responsables de que la madera no tratada con protectores, sobre todo si se encuentra al aire libre, pierda su aspecto natural: se pone más pálida, adquiriendo un tono gris. Este fenómeno se debe a que los rayos ultravioleta degradan la lignina -componente importante de la madera-, la lluvia la lava y finalmente la madera se contrae y agrieta, perdiendo su belleza natural.

Las puertas exteriores y las ventanas acusan la acción del sol y la humedad. La parte expuesta a la intemperie sufre unas condiciones mucho más agresivas que la parte interior, provocándose destacables diferencias entre ambas por la acción de los agentes ambientales a través del tiempo de exposición.

El agua y la humedad no atacan directamente a la madera, pero sí preparan el camino para la obra de destrucción que provocan los hongos y los insectos. Sólo puede haber hongos de pudrición si la madera está constantemente húmeda.

Por lo tanto, la madera expuesta a la intemperie necesita protección contra los hongos y los insectos xilófagos. Esta protección podrá conseguirse utilizando pinturas o barnices, que forman una buena barrera con el medio ambiente, aislándola y protegiéndola de los rayos solares y el agua.

MADERA EN USO INTERIOR

La madera en interiores no tiene el riesgo de la madera a la intemperie. En estas aplicaciones los hongos no tienen un hábitat tan idóneo y la luz ultravioleta no incide tan agresivamente como ocurre en exposiciones directas en

exteriores. Incluso el riesgo de los insectos es menor, sin embargo determinadas especies de carcomas pueden provocar serios problemas.

Algunas dependencias interiores como sótanos y techumbres, ventanas, duchas, baños y bodegas, tienen mayor riesgo de ser atacadas por hongos, carcomas y termitas, dadas las condiciones ambientales de utilización a las que están expuestas.

FACTORES DE AGRESIÓN A LA MADERA

Factores ambientales

Originados por la exposición a la intemperie y el efecto de la lluvia y el hielo, la acción del sol, a través del calor y/o los rayos UVA, o eventuales factores contaminantes. Estos factores desencadenan rápidamente el agrisamiento de la superficie de la madera y deformaciones como el combamiento, las grietas en la superficie e incluso el astillamiento. Se recomienda tratar la madera con productos que la protejan de los rayos UVA y de la humedad para que perdure como el primer día de puesta en servicio.

Organismos xilófagos

Los hongos lignícolas, los insectos xilófagos y los xilófagos marinos se alimentan de la madera pudiendo originar su total desaparición.

Fuego

La madera, al estar formada por carbono, es un material combustible y por lo tanto susceptible de ser degradada por el fuego. Su combustión disminuye paulatinamente su sección resistente y puede provocar su total destrucción en función de la duración de su exposición al fuego. Muchos de los materiales que se emplean en construcción, como por ejemplo el acero o el hormigón, no arden, es decir, no alimentan el fuego, pero esto no quiere decir que no se vean afectados. Las estructuras metálicas se dilatan y deforman rápidamente, produciendo el colapso del edificio al perder su

consistencia. Por otra parte, el hormigón armado se resquebraja con el efecto del calor, acentuándose este efecto cuando se enfría rápidamente por el efecto de las mangueras. Estos hechos indican que pese a ser la madera un material inflamable no debe rechazarse para su uso en construcción, pues comparativamente puede ofrecer iguales o mejores condiciones de seguridad que los otros materiales mencionados. Esta conclusión se basa en las siguientes características:

- La baja conductividad térmica de la madera hace que la temperatura disminuya hacia el interior.
- La carbonización superficial que se produce por su combustión, impide por una parte la salida de gases y por otra la penetración del calor.
- Al ser despreciable su dilatación térmica no actúa sobre las estructuras y no las deforma.

Compuestos químicos

Los álcalis, ácidos, sales y soluciones acuosas pueden tener también efectos nocivos sobre la madera.

- Los álcalis actúan en la disolución de la lignina y de la hemicelulosa, produciéndose una pérdida de peso e hinchazón en la madera, particularmente en las frondosas. La madera de coníferas suele resistir mejor a la acción de los álcalis.
- Los ácidos producen la hidrólisis de la celulosa de la madera, originando una pérdida permanente de su resistencia.
- Para la utilización de la madera en contacto con agentes químicos hay que considerar que las condiciones más adecuadas son que el pH de las soluciones se encuentre entre 2 y 11, en una temperatura inferior a los 50°C y sin contacto con agentes químicos oxidantes.

HONGOS QUE ATACAN A LA MADERA

Los factores que tienen mayor influencia en el desarrollo de los hongos son la humedad de la madera, la temperatura del aire y la presencia de oxígeno. Otros factores con menor influencia son la acidez del sustrato y su composición, la potencia reproductiva y el área de distribución.

Mohos

Se alimentan de las materias almacenadas en el interior de las células de la madera, siendo incapaces de alimentarse de los principales componentes de la pared celular. Por este motivo, no afectan significativamente a la resistencia de la madera. Debido a su crecimiento superficial son fáciles de eliminar. Aunque no resultan peligrosos, crean las condiciones adecuadas para el desarrollo de los hongos de pudrición.

Hongos cromógenos

Las hifas de estos hongos sólo se alimentan del contenido celular de las células de la madera, por lo que no producen degradaciones en la pared celular y apenas afectan a las propiedades físico-mecánicas de la madera. Se caracterizan porque producen coloraciones como el azulado de las coníferas, tonos verdes, el corazón rojo y la madera pasmada del haya. Un género de este hongo muy típico es el *Aureobasidium*.

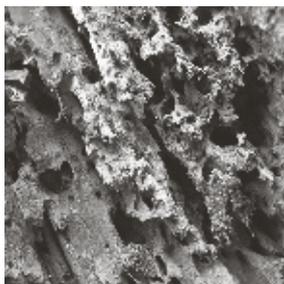
El micelio de color oscuro produce el cambio de color de la madera, atacando generalmente a la albura. Los pequeños cuerpos de fructificación, a menudo con forma de botella, perforan las películas de laca o pintura destruyéndolas. Un ataque de azulado más fuerte aumenta la capacidad de absorción de líquidos, por tanto también de protectores de madera.

Hongos de pudrición

Producen una degradación que altera el comportamiento de las paredes celulares de las células de la madera afectando a sus propiedades físico-mecánicas. La pudrición no es fácil de reconocer en sus etapas iniciales ya que las hifas permanecen ocultas en el interior de la madera. Según va desarrollándose la pudrición se acentúa el cambio de color y la madera comienza a perder peso y aumenta su contenido en humedad, pudiendo llegar a la disgregación total de la estructura de la madera. Los tipos de pudrición se clasifican en:

- **PUDRICIÓN PARDA O CÚBICA:** Es la pudrición más grave y peligrosa, ya que los hongos concentran su ataque sobre la celulosa y dejan un residuo carbonáceo formado por lignina. La madera atacada presenta un color oscuro, tendiendo a agrietarse perpendicular y transversalmente, formando estructuras paralelepípedicas, prismáticas, laminares, etc... Dos ejemplos de hongos que producen esta producción son:

SERPULA LACRYMANS: Se encuentra preferentemente en la madera de coníferas. Necesita una humedad de la madera de aproximadamente un 20 o 30%. Crece a través o por encima de los tramos sin madera (juntas de mortero). Puede conducir agua por sus madejas y así atacar también madera seca. La excrecencia blanca, como de algodón (Mycelio), crece en la superficie y el interior de la madera. Son características las madejas grises (hasta 1 centímetro de grosor) que, cuando están secas, resultan quebradizas. Al tratarse de un ataque prolongado, se forman cuerpos de fructificación de color marrón rojizo, con bordes blancos de forma aplastada (tortilla), que pueden tener un diámetro de hasta 1 metro. Ocasionalmente pueden presentarse zonas de color amarillo.



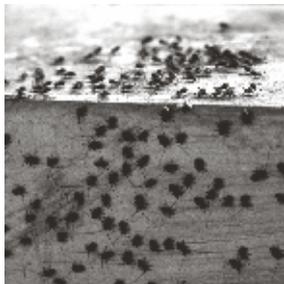
01



02



03



04



05



06



07



08



09

01. Ataque por insectos xilófagos sociales, termitas

02. Acción química

03. Azulado de la madera

04. Ataque de *Anobium* sp.

05. Ataque de insecto xilófago (*Hylotrupes* sp.)

06. Moho sobre madera espuesta a la intemperie en un muelle junto al mar

07. Degradación de la madera por acción del clima

08. Efectos de la pudrición blanca causada por *Coniophora puteana*

09. Ataque de carcoma (anóbidos)

GLOEOPHYLLUM ABIETINUM: Se encuentra preferentemente en maderas de coníferas, pues prefiere madera muy húmeda. Muy extendido en los elementos de construcción al aire libre (vallas, mástiles, balcones). El *Gloeophyllum Abetinum* es el hongo que con mayor frecuencia se halla en la madera de ventanas. Puede resistir incluso períodos de sequía bastante largos en un estado de “inmovilidad por sequía”. El micelio, de color beige a marrón, crece tan sólo en el interior de la madera. Esta es la causa por la que el ataque se suele notar muy tarde. Los frutos salen de entre las rendijas de la madera. En estado fresco son de color rojizo con zonas más claras en los bordes. Más tarde se ponen de color marrón oscuro a negro. Llamam la atención las laminillas claramente visibles.

- **PUDRICIÓN BLANCA (CONIOPHORA PUTEANA):** Los hongos Basidiomicetos atacan preferentemente a la lignina, aunque también pueden dañar en menor grado a la celulosa. La madera atacada toma un color blanquecino, pudiendo aparecer vetas blancas separadas por zonas de madera normal. Por este aspecto fibroso a veces se la conoce como “pudrición fibrosa”. Ataca la madera de coníferas y frondosas, pero solamente madera húmeda (entre un 30 y un 60% de humedad, aproximadamente). Por consiguiente, en la mayoría de las veces se encuentra en maderas empleadas en sótanos o cerca del suelo. El micelio superficial de la *Coniophora Puteana* es de color marrón amarillento. Las madejas (filamentos) son de color negro parduzco y tienen forma de raíz. Los cuerpos de fructificación amarillentos se caracterizan por prominencias papilares (hongo papilar).

- **PUDRICIÓN BLANDA:** Los hongos Ascomicetos desarrollan sus hifas en el interior de la pared celular de las células de la madera y atacan principalmente a la celulosa de la pared secundaria. La madera atacada tiene un aspecto final blando o esponjoso. Esta pudrición se produce cuando existen condiciones de elevada humedad. Cuando la madera es atacada por la pudrición blanca seca, su superficie se rompe formando muchos cubos pequeños.

OTROS XILÓFAGOS QUE ATACAN A LA MADERA

Extraído de la “Guía de la Madera”, de CONFEMADERA

Insectos xilófagos de ciclo larvario

Son insectos voladores cuyo ciclo biológico se inicia cuando una hembra deposita sus huevos sobre la superficie de la madera, aprovechando la existencia de una fenda o, en algunos casos, de un vaso. Los huevos originan las larvas, que son las que se alimentan de la madera excavando galerías por el interior de esta. Cuando la larva se aproxima al final de su ciclo vital, se acerca a la superficie donde se empupa para completar su ciclo de metamorfosis. Una vez completado este, surge el insecto adulto que, tras reproducirse, inicia nuevamente el ciclo.

Normalmente su ataque se limita a la albura de la madera donde las larvas se alimentan de las sustancias de reserva existentes. Algunas especies también pueden atacar la madera de duramen, sobre todo en condiciones de humedad elevada o si se han producido previamente ataques por hongos de pudrición. A diferencia de los insectos sociales, los ataques de los insectos de ciclo larvario se producen de forma individual, si bien puede haber numerosos individuos alimentándose al mismo tiempo.

La norma UNE-EN 335-1 considera que las especies más importantes en Europa son *Hylotrupes Bajulus*, *Anobium Punctatum* y *Lyctus Brunneus*, existiendo muchas otras especies de menor importancia como *Hesperophanes spp.* y *Xestobium Rufuv Illosum*. Pueden encontrarse fichas de identificación de los principales insectos xilófagos en diversas fuentes bibliográficas (Peraza, 2002; Serment y Pruvost, 1991).

**Insectos
xilófagos sociales**

Se organizan en colonias compuestas por individuos pertenecientes a distintas castas (obreras, soldados, ninfas, pareja real, etc.). Las especies de termitas subterráneas presentes en España son *Reticulitermes Grassei* y *Reticulitermes Banyolensis*, y el nido principal de sus colonias está siempre en el suelo.

En la mayor parte de los casos, sus ataques a elementos de madera, que producen graves daños estructurales, aparecen vinculados a contenidos de humedad elevados debidos a infiltraciones de agua a través de la cubierta, apoyos de las cabezas de las vigas en los muros, extremo inferior de los cercos de puertas o ventanas, entre otros. Es frecuente que el ataque se detenga al disminuir el aporte de humedad. Las condiciones óptimas para el desarrollo de estos ataques requieren temperaturas de unos 25°C y, sobre todo, humedades relativas próximas al 90%.

Sus ataques no son fácilmente reconocibles al producirse en el interior de la madera, donde abren galerías en la dirección de la fibra pero dejando siempre una lámina intacta de madera en el exterior de la pieza que las protege de la desecación. En las piezas atacadas forman unas galerías con un aspecto de “hojas de libro”, que las diferencia de cualquier otro xilófago y que se originan por su tendencia a alimentarse de la parte de madera de primavera de cada anillo de crecimiento. En ocasiones, sobre la superficie

de madera barnizada o pintada, pueden apreciarse ondulaciones y/o decoloraciones sintomáticas de un ataque interno de termitas.

Otro síntoma característico de la presencia de termitas es el fenómeno conocido como enjambrazón, una salida masiva de termitas aladas que suele producirse durante la primavera, con el objetivo de formar una nueva colonia.

En las Islas Canarias existe otra especie de termita denominada *Cryptatermes Brevis*. A diferencia de las termitas subterráneas, esta especie ataca preferentemente la madera seca y forma colonias reducidas, compuestas normalmente por unos pocos centenares de individuos.

Viven en el interior de la madera atacada, donde forman grandes cámaras o cavidades unidas entre sí por pequeños túneles de sección circular y, al igual que las termitas subterráneas, sus ataques no son visibles directamente al mantener una fina película de madera que las protege. El principal síntoma de su presencia es la aparición de sus excrementos al pie de la madera atacada debido a su costumbre de limpiar periódicamente las galerías donde viven en el interior de la madera; para ello abren un orificio de salida que, tras la expulsión de sus residuos fecales, es taponado con una mezcla de madera molida y saliva. Si bien los ataques de esta especie de termita parecen concentrarse en elementos de carpintería y mobiliario, también puede provocar graves daños en elementos estructurales como vigas.

Xilófagos marinos

Esta denominación incluye, fundamentalmente, invertebrados marinos, entre los que destacan los moluscos y crustáceos. En ambos casos, existen especies que se desarrollan en la madera empleada en aplicaciones marinas, originando galerías y cavidades que pueden provocar graves daños estructurales.

03

PROTECCIÓN DE LA MADERA LA CLAVE PARA DISFRUTAR DE UNA MADERA BELLA Y SANA COMO EL PRIMER DÍA

Para proteger cada clase de madera de los agentes atmosféricos, insectos, hongos y otros factores de deterioro y destrucción, es fundamental la correcta elección del tipo de producto, así como elegir el sistema de aplicación más adecuado

Existen diversas composiciones y tipos de protectores, siendo los lasures la opción que ofrece mejores resultados. La madera en exteriores está expuesta a los cambios medioambientales. Para que el protector se adapte a estos cambios, es necesario que entre sus propiedades se tenga en cuenta la flexibilidad de sus resinas. Esta característica le permitirá adaptarse a las variaciones dimensionales de la madera. Esto se consigue con los lasures. La utilización de barnices, por su acabado filmógeno que no penetra en la madera ni transpira, no aporta esta característica y, por tanto, sólo se aconseja para interiores. El uso de barnices en exteriores lleva aparejado el riesgo de cuarteo y la consiguiente desprotección de la madera, además de unos ciclos de mantenimiento más cortos y una aplicación más laboriosa.



COMPOSICIÓN Y TIPOS DE PROTECTORES DE LA MADERA

Los protectores de las maderas están compuestos por principios activos, productos fijadores y solventes.

Principios activos

Componentes que poseen propiedades fungicidas o insecticidas contra los agentes biológicos que degradan la madera (hongos e insectos).

Productos fijadores

En función de su comportamiento a lo largo del tiempo se clasifican en: productos que permanecen y que no desaparecen, productos que se evaporan y productos que se deslavan. En la práctica su clasificación se hace en función de cómo realizan su fijación: por reacción química o por la acción de resinas.

Solvente

Su función es transportar e introducir los principios activos y los productos fijadores en el interior de la madera. Se utilizan dos tipos de solventes:

- **EL AGUA:** que permite solubilizar casi todas las sustancias (especialmente las sales minerales) e introducir emulsiones de productos de síntesis no solubles en agua.
- **DISOLVENTES ORGÁNICOS:** permiten solubilizar la mayor parte de los productos de síntesis y presentan un buen poder de penetración y de difusión en la madera. Dentro de estos disolventes se distinguen los siguientes tipos:

LOS LIGEROS, que se evaporan rápidamente.

LOS PESADOS, que son más grasos y que tienen un gran poder de difusión, pero presentan algunos inconvenientes como su lento secado, su olor persistente, riesgos de que aparezcan manchas y problemas posteriores con el encolado de las piezas, entre otros.

Los protectores de la madera se pueden clasificar en:

Protectores hidrosolubles

Mezcla de sales minerales disueltas en una solución acuosa a una concentración determinada. La concentración varía en función del grado de protección deseada, del método de tratamiento y de la especie de madera. Pueden ser de fijación rápida y difícilmente deslavables; de fijación lenta, siendo estos más adecuados para su aplicación en autoclave; o productos deslavables o carentes de sales fijadoras, siendo más apropiados para alcanzar una protección profunda por inmersión breve o pulverización para conseguir una protección superficial.

Protectores en disolvente orgánico

Son productos listos para su empleo compuestos de principios activos orgánicos de síntesis, resinas y disolventes orgánicos (hidrocarburos alifáticos).

Protectores hidrodispersables

Mezclas de principios activos no solubles en agua a los que se añade un emulgente para producir una buena dispersión en el agua. Se les puede considerar productos intermedios entre los dos anteriores.

Productos mixtos

Productos cuyos principios activos mezclan sales minerales (de cobre y boro) con productos de síntesis.

Protectores orgánicos naturales

Los más conocidos son las creosotas que se obtienen de la destilación del alquitrán de hulla o de la pirolisis del petróleo. Su utilización está muy limitada al tratamiento de traviesas y postes, debido al oscurecimiento que producen de la madera, su peculiar olor y los efectos nocivos que tiene para el hombre.

Los tratamientos que se pueden realizar sobre la madera según el tratamiento que necesite pueden ser:

- PREVENTIVOS: cuando la madera está sana y se pretende evitar ataques.
- CURATIVOS: cuando la madera ha sido atacada y se pretende curarla.

ELECCIÓN DEL TIPO DE PROTECCIÓN

Los códigos R1 a R5 que aparecen en la tabla representan la retención correspondiente a los valores críticos de cada clase de riesgo. Estos valores los tiene que aportar el fabricante del producto protector de la madera y se obtiene en la norma UNE EN 599-1 para cada clase de riesgo. El valor crítico varía según la clase de riesgo, método de tratamiento y organismos frente a los que el protector debe asegurar protección, y según la especie de madera sobre la que se aplique. El fabricante debe aportar este valor y la empresa que realiza el tratamiento debe certificar que se ha aplicado la cantidad de producto especificada. La especificación de retención asociada a cada clase de riesgo se obtiene multiplicando el valor crítico por un coeficiente que normalmente debe figurar en las correspondientes especificaciones del elemento tratado.

TIPOS DE PENETRACIÓN

CLASES DE PENETRACIÓN	ESPECIFICACIONES DE PENETRACIONES	ZONA DE ANÁLISIS
P1	Ninguna	3 mm en las caras laterales
P2	Al menos 3mm en las caras laterales y 40 mm en sentido axial en la albura	3 mm en las caras laterales
P3	Al menos 4mm en las caras laterales de la albura	4 mm en las caras laterales
P4	Al menos 6mm en las caras laterales de la albura	6 mm en las caras laterales
P5	Al menos 6mm en las caras laterales en la albura y 50mm en sentido axial en la albura	6 mm en las caras laterales
P6	Al menos 12 mm en las caras laterales en la albura	12 mm en las caras laterales
P7	Solamente en madera en rollo. Al menos 20 mm en la albura	20 mm en las caras laterales
P8	Penetración total en la albura	Toda la albura
P9	Toda la albura y al menos 6 mm en la madera de duramen expuesta	Toda la albura y 6 mm en la madera de duramen expuesta

TIPOS DE PROTECCIÓN

CLASE DE RIESGO	EXIGENCIA DE PENETRACIÓN		EXPOSICIÓN DE LA MADERA		TIPO DE PROTECCIÓN	MÉTODO TRATAMIENTO	TIPO PROTECTOR	CANTIDAD APLICACIÓN
	IMPREGNABLE	NO IMPREGNABLE	VALOR CRÍTICO	% MIN MUESTRA				
1	P1	P1	R1	50%	Superficial	Pincelado Pulverización Inmersión breve (>3min)	Disolvente orgánico hidrodispersable	80-120 ml/m ²
							Productos mixtos hidrosolubles	80-120 ml/m ² -
2	P1	P1	R2	50%	Superficial	Pincelado Pulverización Inmersión breve (>3min)		50 g/m ² 3,5 Kg/m ³
							Recomendable Media	Inmersión prolongada Autoclave (doble vacío)
3	P4	P1 P5	R3	50% 100%	Media	Inmersión prolongada Autoclave (doble vacío)	Productos doble vacío	3,5-10 Kg/m ³ 5-15 Kg/m ³
							Recomendable profunda	Autoclave
4	P4 P8	P7	R4	100%	Profunda	Autoclave	Productos mixtos Sales hidrosolubles Creosota	- 3,5-14 Kg/m ³
5	P9	No recomendable P7 (en algunos casos)	R5	100%	Profunda	Autoclave	Hidrosolubles	8-15 Kg/m ³

SISTEMAS DE APLICACIÓN

La madera no contiene generalmente los materiales resistentes, que le permitan una gran durabilidad, de acuerdo con el uso al que va destinada. Para darle esa resistencia, la madera, desde siempre, debe ser impregnada con productos naturales o mezclas de ellos.

En la actualidad, la investigación y el desarrollo han permitido descubrir productos especiales: protectores de la madera, cuya eficacia permite dotarla de la mayor durabilidad.

El empleo de los protectores de la madera se ha extendido extraordinariamente en los últimos años. Su probada eficacia ha supuesto un aumento considerable en la duración de la madera, haciendo su uso tan rentable como atractivo, economizando así el consumo de una materia prima de tanta importancia. La aplicación de protectores no modifica la naturaleza superficial de la madera, permitiendo tocarla y sentirla en su estado natural.

Las aplicaciones de los protectores a la madera se hacen según distintos sistemas, que proporcionan en cada caso la impregnación adecuada. La elección del sistema de tratamiento depende del grado de protección que requiera la madera y el uso a que va a ser destinada.

Pincelado

Es el sistema más sencillo de impregnación, ya que no se precisa más que una brocha o pincel. Sin embargo, este sistema no consiste solamente en pintar la madera, sino en impregnarla debidamente, con las dosis mínimas de protector que se prescriban. Es un sistema ideal para maderas de poco grueso, que no estén en contacto con el suelo, ni sufran desgastes mecánicos, así como también es muy útil en maderas ya puestas en servicio o para completar otros sistemas de impregnación.

Pulverización

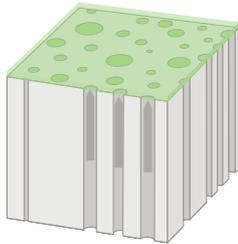
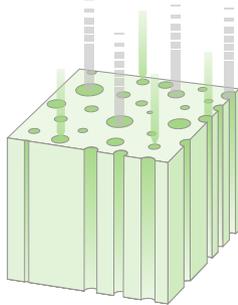
Este sistema requiere sencillas instalaciones de pulverización, desde los conocidos túneles de pulverización a pistola, hasta los de ducha o aspersión. Este sistema tiene el mismo poder de impregnación que el pincelado y se utiliza en los mismos tipos de maderas.

Inmersión

Consiste en bañar y sumergir las piezas de madera en tinas o depósitos adecuados, según las prescripciones y dosis que se den para cada caso. Los distintos tipos de inmersión dependen de la duración que pueda tener el baño y de la temperatura que pueda tener el protector. En algunos casos, este sistema proporciona grados de protección suficientes de forma más sencilla y práctica que el sistema de protección en autoclave.

Autoclave

Requiere instalaciones industriales y personal especializado. Es el más adecuado para piezas de grandes dimensiones, que deben estar en contacto con el suelo o con el agua y expuestas a las condiciones más desfavorables, como por ejemplo postes de tendidos eléctricos o estacas de cerramiento. Existen dos técnicas diferentes, el de células llenas de Bethell y el de células vacías de Rüping.

**01****02**

01. El barníz forma una capa en la superficie de la madera que no permite la transpiración

02. Los lasures actúan a poro abierto, dejando respirar la madera

LA IMPREGNACIÓN A PORO ABIERTO

Las películas continuas que forman barnices sobre la madera puesta en exterior tienen una corta vida: no muestra característica de transpirabilidad de vapor de agua y ni de flexibilidad, lo que les impide seguir los cambios dimensionales de la madera y terminan agrietándose o cuarteándose, dejándola desprotegida.

Los lasures actúan a poro abierto, es decir, dejan respirar a la madera. De este modo permiten un intercambio de vapor de agua entre la madera y el exterior, con lo que se consigue reducir los problemas de curvado e hinchazón que provocan los fenómenos de condensación de los productos que forman capa estanca, como los clásicos barnices y pinturas.

Los pigmentos especiales que aportan los lasures a la madera, además de su acción como tinte, dando diferentes tonalidades de color, actúan como partículas reflectantes de los rayos ultravioleta (UV) del sol. Además también aportan biocidas e hidrofugantes, completando así una eficaz protección ante los elementos que actúan negativamente contra la madera, especialmente en el medio exterior:

Los lasures contienen algunos pigmentos pero son altamente transparentes, dejando ver el vetado y la estructura de la madera, aún en el caso de presentaciones en colores intensos como el palisandro y el ébano. Esto los convierte en ideales para acabados que quieran realzar la belleza de la madera. Además, al no formar capa, otorgan a la madera un tacto natural.

Las resinas hidrófugas que aportan los lasures les permiten ser repelentes al agua, con lo que a su acción a poro abierto se añade su protección ante la acción de la lluvia y el agua. A la hora de decidirse por una solución para la protección y acabado de la madera, conviene valorar su comportamiento a lo largo del tiempo y la facilidad de su mantenimiento. Los lasures se degradan paulatinamente por erosión, con lo que se hace innecesaria su eliminación en el mantenimiento.

Autor

Juan Manuel Presa
Ingeniero de montes

Edita

CEDRIA

Redacción

Lluís Lleida

Diseño y maquetación

Eva Estudi

Impresión

Gràfiques MB

Primera edición

Septiembre 2014

© de la edición

CEDRIA

© de los textos

Juan Manuel Presa
Lluís Lleida

Bibliografía

“Guía de la madera” CONFEMADERA
“Protección Preventiva de la Madera”
(2002) Peraza Sanchez, Fernando AITIM

La Madera, la Naturaleza y el Medio Ambiente han inspirado y guiado los pasos de CEDRIA a lo largo de sus 20 años de historia (1994 – 2014). Actualmente, la marca sustenta su presente y construye su futuro sobre estos tres pilares, que a su vez dirigen los esfuerzos del laboratorio propio de I+D+i, impulsan la creación de productos innovadores, aportan soluciones vanguardistas y generan acciones de Responsabilidad Social Corporativa y Medioambiental //En este capítulo y girando siempre alrededor de la madera como eje central, los programas de RSCM de CEDRIA se destinan fundamentalmente a colaborar en la formación continua de profesionales, participar en la formación de los futuros especialistas, apoyar proyectos creativos e innovadores que utilicen la Madera como elemento constructivo, así como a divulgar el conocimiento de aspectos teórico-prácticos relacionados con este noble material que nos regala una Naturaleza que entre todos debemos cuidar como legado a las futuras generaciones //En este último contexto y con motivo del 20 aniversario, se ha considerado oportuno reconocer la influencia y el protagonismo que Madera, Naturaleza y Medio Ambiente han tenido siempre en CEDRIA con la edición de la obra de divulgación que tiene en sus manos. Su contenido adentra al lector en el conocimiento de todo cuanto tiene que ver con el cuidado, la protección y el acabado de la madera //Por otra parte, este libro también desea expresar el agradecimiento y la admiración que siente CEDRIA y todo su equipo profesional hacia todas aquellas personas y empresas que en el transcurso de estos 20 años han estado de un modo u otro a su lado //**A todas ellas, GRACIAS.**