

**PRESERVACIÓN DE LA MADERA**  
**TESINA DE CONSTRUCCIÓN EN MADERA**  
**TABARÉ CIANCIARULO / MA. EUGENIA LLAMBÍAS**

---



---

**TUTORÍA: ARQ. MARIA CALONE**  
**FARQ / UDELAR / 2013**

## **CONTENIDO**

### **1. INTRODUCCIÓN**

### **2. FORESTACIÓN EN EL URUGUAY - GENERALIDADES**

### **3. ESTRUCTURA DE LA MADERA**

Durabilidad

Propiedades

### **4. AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA**

Atmosféricos o Meteorológicos

Xilófagos: Hongos / Insectos / Xilófagos

Fuego

Compuestos Químicos

### **5. PRESERVACIÓN DE LA MADERA**

#### **5.1. PRESERVANTES**

Clasificación según la acción protectora que realizan:

Insecticidas

Fungicidas

Ignífugos o retardadores del fuego

Protectores solares

#### **Clasificación según tipo de preservantes:**

Solventes Oleosolubles

Solventes Hidrosolubles

Solventes Creosotados

#### **Clasificación por el tipo de protección que se desea lograr:**

Protección Preventiva: Temporal / Permanente

Protección Curativa

## **5.2. TRATAMIENTOS Y FORMAS DE APLICACIÓN**

Superficiales y Profundos:

Tratamiento CCA

Normativa Uruguay

## **5.3. PROTECCIÓN POR DISEÑO**

Humedades por precipitaciones

Humedades de contacto con otros elementos

Humedades de contacto con el suelo

Interior del edificio

## **6. CONCLUSIÓN**

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

## **8. ANEXO**

Plantas de Tratamiento en Uruguay y principales Productos Protectores

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende profundizar los conceptos relacionados con los sistemas de preservación de la madera en el Uruguay.

Las condiciones climáticas propias de nuestro país y las características naturales de la madera hacen que como profesionales debamos tomar especiales precauciones en su utilización en la construcción.

Hoy en día la madera es utilizada tanto a nivel estructural como para definición de terminaciones y cerramientos, siendo en ambos casos de vital importancia su preservación para así aumentar la vida útil de la misma.

El no prever protecciones de la madera estructural como vigas y pilares compromete la estabilidad general del conjunto, mientras que en las distintas terminaciones interiores o de fachada puede llegar a comprometer sus condiciones estéticas, si no se aplica previamente una protección adecuada.

Como arquitectos somos responsables de las elecciones que tomamos, en primer instancia respecto al diseño arquitectónico de las piezas que integran el sistema, previendo que cada detalle cumpla con los requerimientos diseño-constructivos necesarios para potenciar la durabilidad del material; y en segunda instancia respecto a los materiales a utilizar en nuestros proyectos y es por esta razón que consideramos fundamental conocer los distintos sistemas de preservación posibles de aplicar y así evitar distintas patologías que podrían aparecer con el correr del tiempo.

Previo al estudio específico de los distintos procesos y/o métodos de protección de la madera, nos introduciremos en las características de la forestación de nuestro país y luego estudiaremos las propiedades del material así como los distintos agentes que pueden llegar a destruir o generar patologías cuando utilizamos madera en nuestras construcciones.

## 2. FORESTACIÓN EN EL URUGUAY - GENERALIDADES

Según información de la Dirección General Forestal del M.G.A.P, el sector forestal uruguayo cuenta con un área total de 1.721.658 ha, de las cuales 752.158 corresponden a bosques naturales y cerca de 1 millón de hectáreas a plantaciones, predominando el género eucalipto, con 676.096 ha de eucalipto y 274.568 ha de pinos.

Hasta el año 2000, la superficie con *Eucalyptus* abarcaba casi el 80% de la superficie total forestada, parte de esta área está ocupada por *Eucalyptus grandis*, siendo ésta una de las especies forestales de mayor importancia en nuestro país. Se trata de plantaciones que fueron sometidas a sucesivas podas y raleos con el fin de obtener madera de calidad (grandes diámetros y ausencia de nudos, entre otros).<sup>1</sup>

La economía forestal uruguaya se basa en plantaciones forestales las cuales se han realizado en su gran mayoría al amparo de la Ley Forestal aprobada en el año 1987, que se implementó a partir de 1990.

Las industrias forestales existentes en Uruguay son pocas, pero de alta tecnología. Ello se debe fundamentalmente a la edad de los bosques (la madera que se procesa con destino de fabricación de tableros y maderas aserradas es fundamentalmente de raleos) y a que los productos se colocan en mercados externos (el mercado interno es insignificante y normalmente abastecido por pequeños aserraderos).<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Ing. Agr. OF. PÉREZ DEL CASTILLO, Alvaro. "Propiedades Mecánicas y Calidad de Madera de *Eucalyptus grandis* del Norte de Uruguay". [En línea] En: LATU-JICA. Proyecto de Tecnología de Ensayo de Productos Forestales LATU-JICA (1998-2003). Montevideo, Uruguay, Julio 2001. [ref. de 14 mayo de 2013]. Disponible en Web [http://latu39.latu.org.uy/latu/general/documentos/documento\\_ver.php?h\\_nom\\_tabla=bib\\_objetos\\_materiales&h\\_nom\\_campo\\_blob=objeto&h\\_nom\\_campo\\_nom\\_documento=tipo\\_objeto&h\\_rowid\\_registro=AAAMOUAAEAAAABIAAG](http://latu39.latu.org.uy/latu/general/documentos/documento_ver.php?h_nom_tabla=bib_objetos_materiales&h_nom_campo_blob=objeto&h_nom_campo_nom_documento=tipo_objeto&h_rowid_registro=AAAMOUAAEAAAABIAAG). pp 6.

<sup>2</sup> Ing. POU, Rosario. Caracterización de la forestación en Uruguay: Aspectos técnicos, empresariales del desarrollo forestal a mayo del año 2011. [En línea] Rosario Pou y Asociados, Inversiones Forestales. Uruguay, 2011. [ref. de 21 junio de 2013]. Disponible en Web < <http://www.uruguayforestal.com/informes/Forestacion%20en%20Uruguay-2011.pdf>>. pp. 12.

### 3. ESTRUCTURA DE LA MADERA

#### Propiedades Físicas

La compleja organización estructural hace de la madera un material con propiedades diferentes en sus distintos ejes (longitudinal, transversal y tangencial), lo que lo convierte en un material particular.<sup>3</sup>

Numerosos estudios son realizados y por lo tanto amplios son los conocimientos existentes en nuestro país sobre las características mecánicas de las maderas como *Eucalyptus grandis* y *Pinus elliottii* o tadea (principales especies en nuestro país).

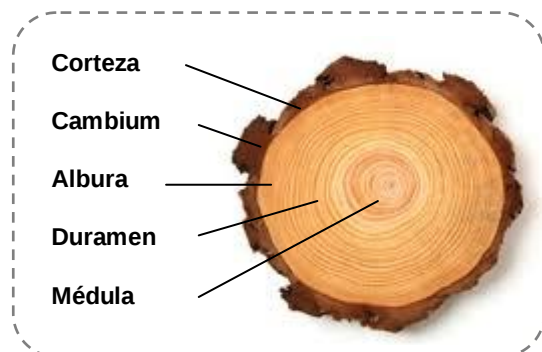
El Latu así como la Facultad de Arquitectura y otros organismos, se encargan de las prácticas de estimación de la calidad y características mecánicas de la madera para uso estructural, realizando ensayos destructivos y no destructivos, determinando también sus diferentes propiedades físicas como dureza, densidad, longitud de las fibras, contracción radial y tangencial, entre otras.

Estos métodos de estudio y clasificación permiten instrumentar categorías o grados estructurales para el uso seguro y eficiente de maderas con fines estructurales como pilares, vigas, tirantes y tablas. Con el conocimiento de la resistencia mecánica de la madera es posible clasificarla, optimizando el proceso industrial para la obtención de madera apta para uso estructural.

#### Estructura de la madera

##### Corteza

Es la capa más externa del árbol. Está formada por células muertas del mismo árbol. Esta capa sirve de protección contra los agentes atmosféricos.



<sup>3</sup> VACA DE FUENTES, Rosa Beatriz. Técnicas para la preservación de maderas. [En línea]. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Bolivia. Febrero 1998. [ref. de 07 junio de 2013] Disponible en web [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNACD119.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACD119.pdf) p.p. 9.

### Cámbium

Es la capa que sigue a la corteza y da origen a otras dos capas: la capa interior o capa de xilema, que forma la madera, y una capa exterior o capa de floema, que forma parte de la corteza.

### Albura

Es la madera de más reciente formación y en donde se encuentran mayoría de los compuestos de la savia. Las células transportan la savia, que es una sustancia azucarada con la que se alimentan algunos insectos.

### Duramen

Madera dura y consistente. Está formada por células fisiológicamente inactivas y se encuentra en el centro del árbol.

### Médula vegetal

Es la zona central del tronco, que posee escasa resistencia, por lo que, generalmente no se utiliza.

A continuación se detallan las propiedades más características de este material:

### Anisotropía

Casi todas las propiedades de la madera difieren en las tres direcciones básicas de anatomía de la madera (radial, tangencial, transversal).

La dirección radial corta al eje del árbol, la tangencial es paralela a la radial y la transversal es perpendicular al eje del árbol.

La dirección axial o longitudinal, correspondiente a la dirección de crecimiento del árbol o dirección de las fibras y comprende a la radial y tangencial

### Higroscópicidad

Es la capacidad de la madera para absorber la humedad del medio ambiente.

Dependiendo del tipo de madera y de su punto de saturación, el exceso de humedad produce la hinchazón del material. La pérdida de humedad durante el secado la madera contrae las fibras en las tres direcciones, siendo la contracción axial la menos afectada y la contracción tangencial es aproximadamente el doble de la radial.

## Densidad

La densidad de la madera varía con la humedad (12% es la humedad normal). La madera verde tiene valores de 50% a 60% y se reduce durante el secado, por ejemplo el peso de la madera de roble recién cortado es de alrededor de 1000 kg/m<sup>3</sup> y en estado seco (12% de humedad) baja a 670 kg/m<sup>3</sup>.

Las maderas se clasifican según su densidad aparente, en maderas pesadas, maderas semipesadas y maderas livianas (UNIT 237-70).

## Hendibilidad

Es la resistencia que ofrece la madera al esfuerzo de tracción transversal antes de romperse por separación de sus fibras. La madera de fibras largas, con nudos o verde es más hendible.

## Dureza

La resistencia al desgaste, rayado, clavado, corte con herramientas, etc., varía según la especie del árbol. La madera del duramen es más dura que la de la albura. La madera seca es más dura que la verde. Según su dureza, la madera se clasifica en:

Maderas duras: son aquellas que proceden de árboles de un crecimiento lento, de hoja caduca, por lo que son más densas.

Maderas blandas: las maderas de coníferas son más livianas y menos densas que las duras.

Maderas semiduras: Muchas maderas no se las puede clasificar en las categorías anteriores por tener una densidad y resistencia variadas.

Algunas maderas de especies duras o blandas presentan mayor o menor resistencia y características que las hacen más fácil o difícil de trabajar, por lo que la clasificación es en la práctica referida a la facilidad o dificultad que en general presentan las maderas para el trabajo con herramientas.

## Flexibilidad

Es la capacidad de la madera de doblarse o deformarse sin romperse y retornar a su forma inicial. Las maderas verdes y jóvenes son más flexibles que las secas o viejas.

## Estabilidad

Al secarse la madera pierde humedad hasta alcanzar un equilibrio con el medio ambiente; dependiendo de la humedad ambiental, densidad, escuadría de las piezas, orientación de sus fibras y sección de los anillos, se contraerá en mayor o menor grado y mantendrá su forma o se deformará curvándose y rajándose.

Para reducir éstas posibles alteraciones la madera se estiba separándola con listones finos que permitan se aireación, protegiéndola del sol, exceso de calor y humedad. Las tablas aserradas radialmente son más estables que las aserradas tangencialmente.

### Color

El color y la textura de la madera son estéticamente agradables, los nudos y cambios de color en algunas maderas realzan su aspecto. Los rayos ultravioletas degradan la lignina de la madera produciendo tonalidades en la veta de color gris sucio y oscureciendo su superficie. Éste efecto de la luz solar se limita a la superficie y puede ser contrarrestado protegiéndolas con esmaltes o lacas.

### Olor

El aroma de la madera se debe a compuestos químicos almacenados principalmente en el duramen. Las maderas pueden diferenciarse por su olor.

### Biológicas

La madera es biodegradable, pero lo tanto se pudre y es afectada por insectos, hongos y bacterias que producen un daño permanente, con mayor frecuencia si los niveles de humedad superan el 20%. Algunas maderas son más resistentes que otras debido a su contenido de lignina que impide la penetración de las enzimas destructivas en la pared celular.

### Durabilidad

La durabilidad o resistencia natural de la madera ante el deterioro biológico no es la misma para todas las maderas, varía entre las especies forestales, algunas se deterioran muy rápidamente mientras que otras pueden permanecer sin alteración por muchos años. Usualmente se relaciona con el tipo de agentes de deterioro, teniendo las condiciones climáticas una gran influencia.

El agua salada representa una severa condición para el deterioro de las maderas, particularmente por organismos xilófagos marinos.

#### 4. AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA

La madera por ser un material de origen orgánico está expuesta a una serie de ataques ya sea por microorganismos, bacterias, hongos, insectos, o por causas no biológicas como el fuego, desgastes mecánicos y acción de la intemperie.

A continuación profundizaremos sobre cada uno de ellos:

##### **Agentes Atmosféricos o Meteorológicos**

La madera también se deteriora con la exposición a diversos agentes de tipo climático que provocan su desgaste.

Los continuos cambios de temperatura y humedad causan la contracción o hinchamiento de las capas superficiales de la madera, lo que trae como consecuencia la formación de pequeñas grietas, dejando al descubierto nuevas capas que serán afectadas por un proceso similar. En un país húmedo como el nuestro, se deben tomar específicas medidas de control de humedad de la madera. Es importante controlar la humedad al momento de recibir la madera y luego controlar las condiciones en que la misma es estibada.

Los principales agentes atmosféricos son el sol y la lluvia, actuando sobre la superficie de la madera exterior; y en menor medida el viento, arrastrando partículas de polvo y arena que golpean la madera, contribuyendo también a su desgaste.

La radiación solar actúa principalmente a través de los rayos ultravioletas y de los rayos infrarrojos. Los ultravioletas no penetran profundamente en la madera, provocando que se degrade la lignina, que se pierda cohesión entre las fibras, y que tome un color grisáceo. Cuando se trata de maderas con protecciones superficiales, los rayos degradan progresivamente las resinas de los productos de acabado.

La acción de los rayos es muy perjudicial porque con el tiempo provocan la aparición de grietas en la superficie de la madera que a pesar de su flexibilidad se termina rompiendo.



La acción de la lluvia sobre la madera comienza cuando desaparece la protección superficial y se forman las grietas, permitiendo el ingreso de agua.

### **Agentes Xilófagos**

Los principales agentes bióticos destructores de la madera pertenecen tanto al reino vegetal (hongos xilófagos) como al reino animal (insectos xilófagos y xilófagos marinos).

El rápido crecimiento de la forestación en nuestro país da como resultado maderas muy poco densas y fácilmente atacables por hongos e insectos xilófagos.

La acción de los hongos se origina principalmente en la madera en contacto con el suelo o cuando se humedece debido a errores constructivos como por ejemplo las cabezas de vigas empotradas en muros.

La acción de los insectos xilófagos se puede producir en una gran variedad de situaciones y de contenidos de humedad de la madera. Según su ciclo de vida y la forma de su ataque se distinguen los insectos de ciclo larvario, los insectos sociales y los xilófagos marinos.

### Hongos Xilófagos

Los hongos que se relacionan directamente con la madera son los mohos, los hongos cromógenos y los hongos de pudrición.

El ciclo se inicia cuando encuentran unas condiciones favorables para su germinación (maderas con un contenido de humedad superior al 20%).



Los factores que tienen mayor influencia en el desarrollo de los hongos son la humedad, la temperatura y la presencia de aire (oxígeno).

Los mohos se alimentan de las materias almacenadas en el interior de las células de la madera (lumen).

Se detectan cuando se forman esporas en la superficie de la madera (color oscuro) o cuando se forma sobre la superficie una especie de pelusita transparente, o con tonalidades que van desde el color blanco al negro.

El ataque por estos hongos se da predominantemente en manera de coníferas (el caso de los pinos en nuestro país) y no produce daños mecánicos significativos, sino más bien estéticos. El crecimiento de mohos es superficial y puede entorpecer el proceso de impregnación de la madera, así como ensuciar la solución. La propagación de los hongos de mancha en la madera aumenta la permeabilidad de la madera a tratar, provocando el posterior sobretratamiento de la madera por aumento de la cantidad de preservante que puede ingresar.

Las maderas de pino son muy susceptibles al ataque fúngico, pudiendo comenzar el proceso de colonización en el mismo día de aserrada. Dos prácticas son posibles para evitarlo: el secado artificial inmediato, que no siempre es posible, y la aplicación de productos profilácticos, conocidos como “antimancha”.

Los hongos cromógenos al igual que los mohos sólo se alimentan del contenido celular de las células de la madera, tampoco producen degradaciones en su pared celular y apenas afectan a las propiedades físico - mecánicas de la madera. Se caracterizan porque producen decoloraciones en la madera.

Los hongos de pudrición producen una degradación más importante ya que alteran las paredes de las células de la madera. La pudrición no es fácil de reconocer en sus etapas iniciales. Según va desarrollándose la pudrición se va acentuando el cambio de color (rojizas) y madera empieza a perder peso y aumentar su contenido de humedad.

En la fase final del proceso se llega a la disgregación total de la estructura de la madera con una pérdida importante de sus características físico - mecánicas.

### Insectos xilófagos

Los insectos xilófagos se pueden clasificar por su ciclo biológico en insectos de ciclo larvario y en insectos sociales, entre los primeros tendríamos por ejemplo a las carcomas y entre los segundos a las termitas, siendo el ciclo biológico de cada uno de ellos muy diferente.

### **Insectos de Ciclo Larvario:**

El ciclo de vida de los insectos xilófagos larvarios se caracteriza por su cambio de forma, que se denomina "metamorfosis", pasando por cuatro estados sucesivos de desarrollo: huevo, larva, pupa e insecto adulto. El tiempo requerido para el cumplimiento de todos los estados se conoce como "duración de la generación", el cuál es diferente para cada especie. El tiempo más largo del ciclo de vida corresponde al estado larvario, etapa durante la cual lleva a cabo la degradación de la madera para satisfacer sus necesidades alimenticias.

Su desarrollo está influido por diferentes condiciones, entre las que se destacan: la especie de madera, el contenido de humedad de la madera, la temperatura y la presencia de hongos de pudrición. El tamaño y la forma de las galerías y de los orificios de salida junto con el tipo de aserrín son las principales características que sirven para identificarlos.

Algunas especies:

Polilla o Carcoma de los muebles, *Anobium punctatum*, atacan preferentemente la madera seca y vieja. Al salir los adultos dejan un agujero cilíndrico de 2mm.

Polilla de los muebles, *Lyctus* sp (*Kyctinae*), atacan madera dura, pisos de parquet, muebles de roble etc.

Este grupo de plagas pueden venir dentro de la madera en forma de larva o pupa y pasar desapercibido hasta por algunos años. Las larvas son las que causan el daño construyendo túneles dentro de la madera mientras se van alimentando y afectando entonces la integridad estructural de la madera.

Otros insectos xilófagos comunes en el Uruguay son los llamados "taladros y polilla de la madera". Las especies más comunes son: *Cerambycidae* y *Bostrychidae*.



## Insectos Sociales:

Uno de los principales insectos xilófagos sociales que actúa en Uruguay es el *Reticulitermes flavipes*, conocida comúnmente como termita, declarada plaga en 1989 en nuestro país. Se alimenta de celulosa prefiriendo maderas muy húmedas y atacadas por hongos. La degradación de la madera se da en el interior, donde construye gran cantidad de túneles y galerías.



En la actualidad se identifican infestaciones por el área de la costa desde el centro de Montevideo hasta Punta del Este.<sup>4</sup>

Hay otros insectos que no se alimentan de la madera pero crean su refugio y nidos en ella, como la hormiga carpintera, *Camponotus* sp, y la abeja carpintera o mangangá, *Xylocopa* spp. Ambas especies perforan y ahuecan la madera para crear parte de su hábitat debilitando las mismas además de crear ruidos, humedad, ensuciar con residuos de la madera, excrementos, restos de insectos, etc.<sup>5</sup>

Los xilófagos marinos están integrados por dos grandes grupos, los moluscos y los crustáceos que destruyen la madera de astilleros, embarcaciones, muelles y otras estructuras fijas y flotantes establecidas en el mar.

La degradación que producen los crustáceos es visible exteriormente y es muy diferente a la causada por los moluscos. El ataque sobre la madera se concentra generalmente sobre la zona del nivel medio de las mareas y el de la baja mar, por lo cual los pilotes de las construcciones marinas tienden a tomar la forma característica de “reloj de arena”.

Si bien en Uruguay no son frecuentes las construcciones en madera sumergidas en agua, ha habido casos de ataque de este tipo de insectos, llegando a algún caso al colapso de la obra; por ejemplo el puente de la “Barra de Maldonado” que en 1957 colapsó a causa de organismos marinos como el “Teredo”.

---

<sup>4</sup> Arqs. CALONE, María; MEYER, Carlos. La Madera Nacional En La Construcción. [En línea]. Uruguay. I.C. Instituto de la Construcción. Equipo de Investigación: Tecnología de la Construcción En Madera. Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Maderexpo. Agosto 2010. [ref. de 13 agosto de 2013]. Disponible en Web <<http://www.maderexpo.com/wp-content/themes/Ad-clerum/images/congreso/dia3/08.pdf>>.

<sup>5</sup> MOLEX FUMIGACIONES. Plagas que atacan la madera, termitas y otras. [En línea]. <[http://www.molexfumigaciones.com.uy/catalogo/prod\\_serv\\_11.htm](http://www.molexfumigaciones.com.uy/catalogo/prod_serv_11.htm)> [consulta: 29 mayo 2013].

## Fuego

Con respecto al comportamiento de la madera frente al fuego cabe destacar los siguientes factores:

Densidad: las especies de madera con mayores densidades presentan un mejor comportamiento frente al fuego, el inicio y la combustión son más lentos.

Superficie/Volumen: la alta relación superficie/volumen de la pieza de madera incrementa la probabilidad de propagación del fuego. La comparación entre astillas de madera y un tronco redondo, facilita la comprensión del comportamiento de la relación superficie/volumen en el comportamiento de la madera frente fuego.

Irregularidades: la presencia de hendiduras es un factor desfavorable en el caso de contacto con el fuego, sobre todo si estas van en la misma dirección que las fibras de la madera.<sup>6</sup>

Cuando una madera se calienta, el calor se consume rápidamente, debido a la reacción endotérmica que se produce; pero a partir de 250°C se inicia una reacción exotérmica con una rápida elevación de temperatura, que favorece la combustión y la formación de gases inflamables que contribuyen a la destrucción total del leño.

La pirólisis puede ser rápida o lenta dependiendo de un gran número de factores, tales como temperatura, presión, tiempo, condiciones ambientales, etc.

La pirólisis rápida ocurre cuando la madera quema y produce más gases inflamables y alquitranes, en cambio en la pirólisis lenta se produce más carbón (forma una capa aislante) y menos gases inflamables, por lo que los productos empleados en la preservación de la madera contra el fuego tendrán como cometido favorecer la pirolisis lenta como forma de protección.

La madera, al estar formada por carbono, es un material combustible y susceptible de ser degradada por el fuego. La degradación se produce mediante reacciones químicas (combustión) que disminuyen paulatinamente su sección resistente y pueden provocar su total destrucción, en función de la duración de su exposición al fuego.

La combustión de la madera se produce al combinarse mediante la acción del calor, sus principales componentes, el carbono y el hidrógeno, con el oxígeno para producir respectivamente, anhídrido carbónico y agua. Muchos de los materiales que se emplean

---

<sup>6</sup> LIGNUM FACILE. Madera y fuego: Los productos de la construcción de madera y su comportamiento frente al fuego. [En línea]. Cluster de la Madera de Galicia. Santiago de Compostela, España. [ref. de 12 mayo de 2013] Disponible en web [http://www.lignumfacile.es/index2.php?no\\_html=1&option=com\\_xestec&task=getPdf&idfila=77&idtabla=514&idth=76878](http://www.lignumfacile.es/index2.php?no_html=1&option=com_xestec&task=getPdf&idfila=77&idtabla=514&idth=76878). p.p. 4

normalmente en la construcción no son combustibles (no aportan alimento al desarrollo del incendio), sin embargo, ninguno es a prueba de fuego.

A pesar de que la madera sea un material inflamable a temperaturas relativamente bajas, en relación con las que se producen en un incendio su baja conductividad térmica hace que la temperatura disminuya hacia el interior, la carbonización superficial que se produce impide por una parte la salida de gases y por otra la penetración del calor; y al ser despreciable su dilatación térmica no actúa sobre las estructuras y no las deforma.

La acción del fuego sobre la madera se evalúa con dos conceptos básicos que hacen referencia a los materiales individuales (reacción al fuego) y a los elementos estructurales (resistencia al fuego).

La Reacción al fuego es un índice de la capacidad del material para favorecer el desarrollo del incendio. Evalúa cómo se comporta un material frente al fuego para determinar si el material es combustible o incombustible.

La Resistencia al fuego de un elemento constructivo es el tiempo durante el cuál es capaz de cumplir la función para la cual ha sido colocado en el edificio. En función de las propiedades que satisfaga el elemento se clasificara como estable al fuego, para llamas o resistente al fuego.

Todo ello indica, que no debe rechazarse a priori la madera como material constructivo, por razones de su comportamiento al fuego al compararla con otros materiales, ya que correctamente utilizada puede ofrecer condiciones adecuadas de seguridad.<sup>7</sup>

### **Degradación producida por Compuestos Químicos**

La madera es un material muy resistente a un gran número de compuestos químicos. La madera de duramen es en general, más resistente que la de albura, debido a que es más difícil que penetren en ella. Los compuestos químicos pueden modificar la resistencia de la madera de dos formas diferentes:

- Aumentando sus dimensiones o hinchazón (el aumento de su contenido de humedad origina la disminución de sus propiedades resistentes), cuya acción es reversible. En este grupo se incluyen el agua, los alcoholes y otros líquidos orgánicos (por ejemplo las acetonas) que no reaccionan químicamente con la madera.

- Produciendo cambios permanentes e irreversibles en la estructura de la madera debido a la modificación de alguno de sus componentes.

Los álcalis disminuyen las propiedades de la madera al provocar la disolución de la lignina y de la hemicelulosa.

---

<sup>7</sup> [http://www.infomadera.net/uploads/productos/informacion\\_general\\_77\\_proteccion.pdf](http://www.infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_77_proteccion.pdf). pp. 7.

Las soluciones alcalinas son más destructivas que las ácidas.

Los ácidos producen la hidrólisis de la celulosa de la madera, causando una pérdida permanente de su resistencia mecánica. Las sales de hierro, que se producen puntualmente en las piezas unidas con placas metálicas, con pernos y otros elementos, son muy ácidas y originan una hidrólisis de la madera en presencia de agua libre. Esta acción se acelera con la humedad, y la presencia de oxígeno puede jugar un papel importante. Esto no se produce en maderas correctamente secadas.

Las condiciones más adecuadas para el uso de la madera en contacto con compuestos químicos son las siguientes:

- el pH de las soluciones se encuentra entre 2 y 11.
- la temperatura es inferior a 50 °C
- no existe contacto con agentes químicos oxidantes.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> [http://www.infomadera.net/uploads/productos/informacion\\_general\\_77\\_proteccion.pdf](http://www.infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_77_proteccion.pdf). pp. 8.

## **5. PRESERVACIÓN DE LA MADERA**

Tal como se detalló anteriormente, la madera al ser un material de origen biológico, es susceptible al ataque de distintos agentes destructores, lo que determina la necesidad de prevenir la acción de los mismos mediante la utilización de determinadas sustancias químicas las cuales serán detalladas a continuación.

### **5.1. PRESERVANTES**

Cuando se deba elegir un protector habrá que tener muy en cuenta la especie de madera que se va a tratar, las características de la misma, así como el uso al que va a ser destinada, procurando que reúna el mayor número de las siguientes características:

- Ser inhibidor o repulsivo de los organismos xilófagos y/o eficaz ante la acción de los agentes abióticos.
- Poder ser introducido en la madera por un procedimiento sencillo.
- Mantener su acción protectora en la madera después del envejecimiento que puede resultar de las condiciones de empleo a que va a ser sometido. Tendrá que tener estabilidad química y resistencia a la evaporación y el deslavado.
- Ser inocuo para la madera, metales u otros materiales.
- No aumentar la inflamabilidad de la madera y de ser posible disminuirla.
- No producir daño alguno en los hombres y animales.
- Poseer una absoluta compatibilidad con la aplicación posterior de barnices y pinturas, así como no afectar al posible encolado.
- Dar a la madera tratada un olor y color residuales aceptables.

#### **Clasificación según la acción protectora que realizan**

##### Insecticidas

Son denominados productos erradicantes, protegen frente a la acción de los insectos xilófagos:

- \_ Bromuro de metilo (en fumigación)
- \_ Fosfamida (en fumigación)
- \_ Óxido de etileno (en fumigación)
- \_ DDVP (en nebulización)

Los tres primeros son los más importantes por sus favorables características en lo que refiere a toxicidad para los insectos, toxicidad para el hombre, costo de su aplicación facilidad de manejo.

El DDVP (dimetil-diclorovinil-fosfato) es un insecticida fosforado que se caracteriza por su rápida acción y su corto efecto residual.

### Fungicidas

Protegen frente a la acción de hongos xilófagos:

\_ CCA (cromo-cobre-arsénico): combina el efecto fungicida del cobre con el insecticida del arsénico, siendo la sal alcalina del cromo la necesaria para obtener una alta fijación de los principios activos.

\_ CCB (cobre-cromo-boro): combina la acción fungicida del cobre con el insecticida del boro, cumpliendo el compuesto de boro la función de fijación de los principios activos de la mezcla.

\_ Boro: tóxico para insectos y hongos pero inofensivo para el hombre; no manchan la madera.

A nivel mundial, el CCA ha sido reemplazado por los ACQs (cobre-amonios cuaternarios) utilizado por 20 años y los CA (cobre-azoles-orgánicos), pero se ha enfatizado el desarrollo de nuevos tipos de preservantes para madera, muchas veces basados en modificaciones de formulaciones existentes. Si bien el CCA protege frente la acción de los hongos xilófagos, su principal función es la de insecticida.

El boro es el ingrediente activo de muchos preservantes para madera presentes en el mercado en la actualidad. Proporcionan un efectivo control contra insectos y hongos. Son de bajo costo, no corrosivos a metales, no tienen olor ni color y poseen propiedades ignífugas. El mayor inconveniente que tienen es que no son adecuados para madera en contacto con el suelo.<sup>9</sup>

Si se trata de mancha azul, los productos más utilizados son el tribromofenato de sodio, quinolatos de cobre y carbendazimas.<sup>10</sup>

Los preservantes Wolman CCA. son una familia de productos que presentan un compromiso satisfactorio entre eficacia, durabilidad y seguridad. Por esta razón, en la actualidad, son los preservantes más utilizados a nivel mundial.

### Ignífugos o retardadores del fuego

Protegen frente a la acción del fuego convirtiendo a la madera desde un material combustible, a uno difícilmente combustible. En este grupo se distinguen los que impiden que llegue oxígeno a

---

<sup>9</sup> IBÁÑEZ, Claudia M...[et al.]. Madera, biodeterioro y preservantes. Prologuista: BERTERRECHE, Andrés. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Octubre 2009. ISBN: 978-9974-0-0587-7

<sup>10</sup> GUATIBONZA AMADO, Marcelino Isaac. Tratamientos preventivos para la madera: Inmunización, preservación y protección. [En línea]. <<http://mueblesdomoticos.blogspot.com/2011/01/tratamientos-preventivos-para-la.html>>

la madera durante algunos minutos y los que basan su acción ignífuga en que reaccionan con el calor, emitiendo sustancias que acaparan el oxígeno del aire, impidiendo que la madera se queme.

#### Protectores solares

Protectores Lasures protegen la madera exterior contra los rayos U.V., permiten la respiración de la madera, protegiéndola sin sellar sus vetas.

### **Clasificación según tipo de preservantes**

Los protectores de la madera son sustancias químicas que utilizadas aisladamente o en combinación pueden asegurar a la madera, una mayor resistencia a los agentes destructores. Se pueden clasificar en función de su naturaleza química y sus propiedades físicas, así como por su acción específica.

Los protectores, por su naturaleza química, se clasifican en los siguientes tipos:

#### Protectores hidrosolubles

Son mezclas de sales, de las que algunas tienen propiedades biocidas y otras la función de asegurar la buena fijación de las primeras en la madera, de forma que impidan su pérdida por deslavado e incluso por la acción del calor. Suelen llevar también componentes secundarios tales como inhibidores de la corrosión, colorantes, solubilizadores, etc. Comercialmente se presentan en polvo o en forma de pastas más o menos viscosas que se disuelven en agua.

Considerando el aspecto económico, tiene como desventaja que la madera previamente al tratamiento se debe secar, al aplicar el tratamiento se humedece y debe ser nuevamente secada una vez finalizado el mismo.

#### Protectores orgánicos

Son los protectores que con mayor facilidad penetran en la madera, no producen manchas y son compatibles con la mayoría de los barnices de fondo y acabados, lo que hace que sean los más utilizados en la carpintería de terminación.

Son aplicados a maderas secas por su característica de no otorgar humedad a ésta.

#### Protectores naturales

Los más importantes son las creosotas, obtenidas del petróleo y la hulla, que confieren a la madera una protección de muy buena calidad.

Presentan, no obstante, inconvenientes para muchos empleos, debido a su color negruzco (variable con el tiempo y ocasionando manchas), su fuerte olor, la imposibilidad de encolado, y la imposibilidad de aplicar un acabado superficial.<sup>11</sup>

### **Clasificación por el tipo de protección que se desea lograr:**

#### Permanente

Su eficacia preventiva es permanente, por lo menos duran varias decenas de años, el producto protector queda fijo en la madera independientemente de que sufra humedecimiento o secado. En este grupo están los tratamientos industriales de la madera a través de vacío-presión o vacío-vacío.

En principio para todas las aplicaciones de interior, la madera tratada permanecerá protegida para siempre. En el caso de la madera exterior que se ha protegido mediante técnicas de vacío-presión con productos hidrosolubles, siguiendo las indicaciones del fabricante, se puede alcanzar una vida útil, dependiendo de la especie de madera, de 50 años (otros fabricantes y técnicos la rebajan a 20 años). Esta estimación también se puede ampliar a la madera utilizada al exterior en contacto con el suelo.

En el caso de la madera utilizada en carpintería exterior sin contacto con el suelo que se haya protegida mediante técnicas de vacío - vacío, tanto con productos orgánicos como hidrosolubles (especiales para este tipo de tratamientos), siguiendo las indicaciones del fabricante, se puede alcanzar una vida útil, dependiendo de la especie de madera, de 60 años (otros fabricantes y técnicos la rebajan a 25 años).

#### Temporal

Su eficacia preventiva se limita a un determinado tiempo, generalmente los tratamientos superficiales como pinturas y barnices entran en este grupo o como el típico tratamiento antimancha de la madera.

La penetración y retención son variables importantes en la determinación de la calidad del tratamiento preservante. Los niveles de penetración tienen una variabilidad muy amplia. En la mayoría de las especies, el duramen es más difícil de penetrar que la albura. el grado en que puede penetrarse el duramen varía mucho entre especies.

---

<sup>11</sup> Dr. Ing. LOPEZ DE ROMA, Alejandro. "Protección de la madera". [En línea]. En: Revista AITIM, Asociación de investigación técnica de las industrias de la madera. Set / Oct de 1981, Vol 105. Madrid, España. 1981. [ref. de 23 abril de 2013] Disponible en web < [http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo\\_1127\\_17012.pdf](http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_1127_17012.pdf)>. pp. 1

Bajo las condiciones operativas de impregnación habituales en Uruguay el duramen de *Eucalyptus grandis* no se logra impregnar.

Una pieza aserrada que tenga expuesto duramen sin tratar, será susceptible al biodeterioro dependiendo de la durabilidad del duramen. Su vida útil estará determinada entonces por las partes que no pudieron ser penetradas por el preservante.

Debe asegurarse una penetración mínima en todas las caras de piezas de madera escuadrada. El nivel de retención de preservante, debe ser el adecuado al producto teniendo en cuenta el uso del mismo. Altas retenciones de preservante se justifican en productos a ser instalados bajo severas condiciones climáticas o de exposición.

#### Protección curativa

En este caso la madera se encuentra atacada, por lo que la protección curativa pretende eliminar dichos agentes, como por ejemplo mediante el simple oreado o secado de la madera, cuando el ataque que presenta es de hongos.

### **5.2. TRATAMIENTOS Y FORMAS DE APLICACIÓN**

El método de tratamiento es el procedimiento por el que se aplica un protector a la madera. Su objetivo es conseguir introducir la cantidad definida de producto en un volumen de madera determinado y que este alcance la penetración especificada.

Se pueden distinguir dos formas o procedimientos para tratar la madera. La primera se podría denominar pasiva, ya que se basa en la capacidad natural de la madera para recibir o absorber el protector, la cantidad de producto absorbida es irregular y no controlable; incluiría al pincelado, la pulverización y la inmersión instantánea. La segunda se podría denominar activa, ya que se basa en métodos artificiales (técnicas de vacío-presión), la cantidad de producto absorbida por la madera se puede controlar con mayor precisión e incluiría a todos los métodos que utilizan el autoclave.

#### Tratamientos de preservación

- Pincelado: se consigue una protección superficial contra la acción de agentes bióticos y contra la fotodegradación.
- Pulverización: se consigue una protección superficial contra la acción de agentes bióticos y contra la fotodegradación. La pulverización es más eficaz que el pincelado.

- Inmersión instantánea (período de tiempo entre algunos 10 segundos y 10 minutos). Se consigue una protección superficial contra la acción de agentes bióticos y contra la fotodegradación.
- Inmersión prolongada (período de tiempo superior a 10 minutos). Se consigue una protección media contra la acción de agentes bióticos
- Tratamientos con vacío – presión. Se consigue una protección profunda contra la acción de agentes bióticos. En función de los vacíos y presiones que se realicen y de sus tiempos de aplicación se clasifican en:
  - Sistema de célula llena: su objetivo es conseguir la máxima retención del protector en la madera tratada.
  - Sistema de célula vacía: su objetivo es conseguir que el producto protector penetre profundamente en la madera
  - Doble vacío: su objetivo es proteger perimetralmente la pared celular

#### Tratamientos superficiales

Se caracterizan porque la penetración del protector en la madera apenas supera unos milímetros de profundidad.

Son recomendables en la prevención de ataques superficiales. No son indicados en los casos de ataques en profundidad, cuando la madera vaya a estar expuesta a riesgos de humedades más o menos constantes, o del ataque de termitas. Estos tipos de tratamientos son aplicados mediante brochas, pulverizadores o inmersión rápida de la madera en un producto protector formado a partir de insecticidas y fungicidas. La penetración de unos milímetros del producto químico es suficiente como para evitar los ataques superficiales.

La profundidad del tratamiento va a depender del tipo de producto, fundamentalmente del tipo de disolvente, la mayor o menor penetrabilidad de la madera y de las condiciones de ésta.

#### Tratamientos en profundidad

Son los más indicados cuando la madera está expuesta a humedad del exterior, o en contacto con el suelo o bien que estando en el interior tenga el riesgo de ataques de termitas. Son variados los sistemas, el boucherie o de sustitución de savia, consiste en que se introduce la madera en un depósito por varios minutos para que el producto protector vaya ocupando la savia del árbol. Los productos utilizados son sales, los que con la humedad de la madera y con el movimiento de la savia se introducen al interior por difusión.

Otro sistema es el caliente y frío, en el que se introduce la madera en un depósito con agua caliente por algunos minutos para abrir los poros, lo que permite facilitar la entrada del producto

protector y luego se introduce la madera por varias horas en otro depósito que contiene las sales protectoras.

Este tratamiento es utilizado para postes, vigas y piezas que en general quedarán a la intemperie.

El tratamiento en autoclave, el que por ser de carácter industrial, es el único que puede garantizar su profundidad, las retenciones del producto protector y con ello su eficiencia.

El autoclave es un sistema conformado por un cilindro de acero, una bomba de vacío y otra de presión. Con la bomba de vacío se extrae el aire de la madera conjuntamente con abrir los poros y con la bomba de presión se introduce el producto protector.

Según la facilidad o dificultad de tratamiento y el tipo de producto utilizado, será diferente el vacío, la presión y el tiempo de cada una de las fases del tratamiento.

## **Tratamiento CCA (cromo, cobre y arsénico)**

El tratamiento CCA. es el utilizado en nuestro medio para impregnación de madera y se aplica dentro de un autoclave utilizando el método Bethel (vacío-presión-vacío). Cada uno de los componentes tiene una función específica (cobre como fungicida, arsénico como insecticida y cromo como fijador de los principios activos).

En Uruguay el producto comercial utilizado es el denominado CCA-C, consistente en una solución acuosa al 60%, formulado con 28.5% de  $\text{CrO}_3$ , 11.1% de  $\text{CuO}$ , 20.4% de  $\text{As}_2\text{O}_5$  y 40% de agua. Tiene pH fuertemente ácido y una densidad de 1,8 g/cm<sup>3</sup>.

Este tratamiento tiene un alto índice de fijación, haciéndolo insoluble al agua y con una excelente efectividad contra los hongos e insectos destructores de la madera.

Alarga la vida útil de maderas nacionales permeables como el pino o el eucalipto que a pesar de tener menor resistencia mecánica que las maderas duras importadas, tiene la posibilidad de ser totalmente impregnadas en el caso de pinos y parcialmente impregnadas en el caso de los eucaliptos.

Es corrosivo, por lo que se deben utilizar elementos de unión con doble galvanizado en caliente. La madera puede ser pintada sin inconvenientes, llevándola al tono deseado.

Alta efectividad en maderas utilizadas en zonas con agua dulce o salada.

Las plantas de tratamiento de nuestro país garantizan una durabilidad promedio de 25 años.

En todo el territorio nacional existen más de 15 empresas las cuales utilizan esta tecnología.

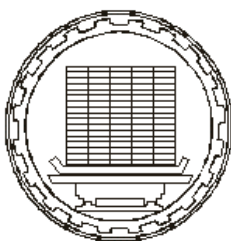
El Departamento Forestal de UTE, ubicado en las inmediaciones del predio de la Represa Hidroeléctrica Dr. Gabriel Terra, en el Departamento de Tacuarembó, cuenta con la más moderna planta de tratamiento de madera del país y la de mayor capacidad de producción.

UTE realiza la impregnación de postes de madera con CCA.

En este proceso, se genera un vacío para quitar el aire que se encuentra en las células de la madera, inmediatamente comienza su llenado con solución C.C.A. hasta llegar a 12 kg/cm<sup>2</sup> de presión, la cual se mantiene durante una hora. Para finalizar, mediante vacío, se succiona el excedente de preservante en la madera.

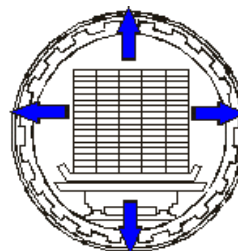
## Proceso de Impregnación<sup>12</sup>

### 1. CARGA DE AUTOCLAVE



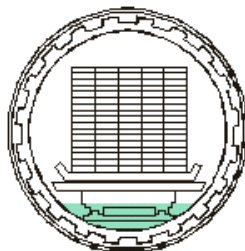
Rollizos, tablas y laminados de madera, son cargados en vagones y empujados dentro de un gran cilindro horizontal de tratamiento (autoclave).

### 2. VACÍO INICIAL



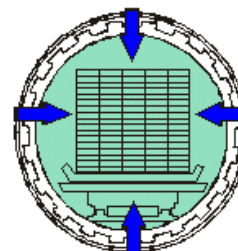
La puerta del cilindro se cierra herméticamente y se aplica un vacío para quitar la mayoría del aire del cilindro y de las células de la madera.

### 3. LLENADO DE AUTOCLAVE



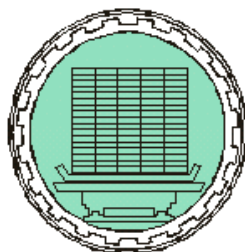
El impregnante CCA es bombeado dentro del cilindro.

### 4. PRESIÓN



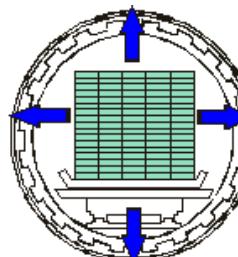
Las bombas de presión fuerzan el líquido dentro de la madera hasta asegurar una penetración adecuada.

### 5. RETORNO DE SOLUCIÓN



Al finalizar el proceso, se bombea el exceso de solución impregnante fuera del cilindro.

### 6. VACÍO FINAL



Un vacío final, elimina el exceso de preservante de las células de la madera, para que sea luego sacada fuera del cilindro, para su posterior reutilización.

<sup>12</sup> EMPRESA OXIPAL S.A. Aserrado de maderas nacionales y el tratamiento CCA de maderas en autoclave. [En línea]. Uruguay. <<http://www.oxipal.com>> [consulta: 10 mayo 2013].

El CCA es normalmente adquirido por las plantas de preservantes en forma de solución concentrada al 60%, envasado en tambores que pueden ser plásticos o metálicos.

La concentración de la solución de trabajo depende fundamentalmente del tipo de madera a tratar y en general oscila entre 1 y 2 %. La solución de trabajo se prepara trasvasando el concentrado a un tanque y diluyéndolo con agua hasta alcanzar la concentración deseada. La concentración se mide utilizando densímetros.

En la mayoría de las plantas de impregnación se utiliza un tanque de trabajo del cual se bombea la solución para el llenado del autoclave y retorna al tanque una vez completado el proceso. Este tanque esta graduado y puede determinarse en cualquier momento la cantidad de preservante que contiene.<sup>13</sup>

La preparación de la madera previo a la impregnación involucra el secado, el maquinado y la limpieza.

Secado: al apearse el árbol el contenido de humedad de la madera es elevado y variable entre especies. Para una adecuada impregnación, es importante que el contenido de humedad se haya reducido por debajo del Punto de Saturación de las Fibras (PSF), se define como el contenido de humedad (expresado como porcentaje en base seca), alcanzado en el proceso de secado de la madera, en el que los lúmenes celulares de la madera perdieron el contenido acuoso. Por encima de este contenido de humedad, las células contienen agua, diluyendo la solución de impregnación al penetrar en la cavidad celular, bajando la calidad del producto y diluyendo la solución de trabajo. El valor del Punto de Saturación de las Fibras depende de la especie de madera, la edad del árbol, presentándose en la Tabla 5.1 rangos de variación de valores del PSF (determinados en el Laboratorio Tecnológico del Uruguay) para madera de tres especies forestales provenientes de dos plantaciones de diferentes edades y sitios del país.

| Especie            | PSF (%) |
|--------------------|---------|
| Eucalyptus grandis | 22 a 35 |
| Pinus taeda        | 21 a 32 |
| Pinus elliottii    | 22 a 31 |

\*fuente: "Buenas Prácticas Operacionales" – Gestión ambiental y Producción mas limpia - MVOTMA

<sup>13</sup> <http://www.matra.com.uy> MINISTRO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE...[et al.] Guía de Buenas Prácticas en Impregnación de Madera: Tomo 2: Gestión Ambiental y Producción más Limpia. [En línea]. Uruguay. Proyecto Competitividad y Medio Ambiente. Cooperación Técnica MERCOSUR (SGT6) - Alemania (GTZ). Setiembre 2012. [ref. de 14 agosto de 2013]. Disponible en Web <[http://www.mvotma.gub.uy/biblioteca/documentos-de-ambiente/item/download/119\\_6282b8e19e62c32cb194c6544fca33bf](http://www.mvotma.gub.uy/biblioteca/documentos-de-ambiente/item/download/119_6282b8e19e62c32cb194c6544fca33bf)>. pp. 10.

Se recomienda que el contenido de humedad de la madera a impregnar esté por debajo de los valores mínimos de los rangos observados para la especie. El proceso de secado de la madera se realiza generalmente al aire o en horno convencional, para el caso de la madera aserrada. En el caso de la madera redonda en nuestro país, se estaciona al aire.

#### Propuesta de Norma en Uruguay por la Asociación de Preservadores

La propuesta de normas para maderas preservadas con CCA-C en el Uruguay determina las retenciones mínimas para cualquier producto; debiendo tener la madera un contenido de humedad inferior al 30% y así estar apta para el tratamiento. El óptimo contenido de humedad se sitúa por debajo del 22% según las disposiciones de la DINAMA detalladas anteriormente.

#### Retenciones mínimas según la especie:

La retención está referida a los kg de preservante, ya sea en forma sólida o en solución, que han sido absorbidos por un m<sup>3</sup> de madera.

A continuación se especifican según la norma AWWA (American Wood Protection Association), las retenciones para pino y eucalipto:

Pino: se considera al pino nacional y en especial las especies *pinus elliottii* y *pinus taeda*.

| Usos                                                              | Retención mínima        | Productos ejemplo  | Norma ref. AWWA |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|
| <b>Sobre suelo</b>                                                | 4.0 kg./m <sup>3</sup>  | Decks/pisos        | C 15-98         |
| <b>Contacto c/suelo No estructural Expuesto al agua dulce (1)</b> | 6.4 kg./m <sup>3</sup>  | Decks/pisos/cercas | C 15-98/C16-98  |
| <b>Expuesto al agua estructural</b>                               | 9.6 kg./m <sup>3</sup>  | Postes             | C 16-97         |
| <b>Expuesto al agua fundaciones</b>                               | 12.8 kg./m <sup>3</sup> | Pilotes            | C 3             |
| <b>Construcciones en agua dulce</b>                               | 12.8 kg./m <sup>3</sup> | Muelles/Pilotes    | C 3             |
| <b>Construcciones marinas en agua salada</b>                      | 40.0 kg./m <sup>3</sup> | Muelles/Pilotes    | C 18-95         |

(1) No en contacto permanente

Nota: Es importante recordar que la pequeña porción de duramen del pino no es impregnable.

## Eucapitus

| <b>Tipo o clase de riesgo</b> | <b>Situación de uso</b>                                         | <b>Retención mínima en albura (Kg./m³)</b> | <b>Penetración</b> | <b>Productos típicos</b>                                                                                                                        |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>R1</b>                     | Interior                                                        | 01/05/00                                   | 100,00%            | Pisos, marcos, etc. Completamente protegidos del clima y ventilados                                                                             |
| <b>R2</b>                     | Exterior, NO en contacto con el suelo                           | 01/07/00                                   | 100,00%            | Pisos, marcos, pérgolas, etc. Expuesto al clima                                                                                                 |
| <b>R3</b>                     | Exterior, contacto con el suelo SIN responsabilidad estructural | 01/08/00                                   | 100,00%            | Postes de alambrado, cercas, pérgolas, postes de viña, etc. Fuerte exposición al clima                                                          |
| <b>R4</b>                     | Exterior, contacto con el suelo CON responsabilidad estructural | 01/11/00                                   | 100,00%            | Columnas/postes de electrificación y telefonía; invernáculos, etc. Expuesto a fuertes condiciones climáticas y usos de alto grado de protección |
| <b>R5</b>                     | Exterior, contacto permanente con agua dulce                    | 15.0                                       | 100,00%            | Pilotes para agua dulce, torres de enfriamiento, muros de contención, etc.                                                                      |
| <b>R6</b>                     | Exterior, contacto permanente con agua salada                   | 40.0                                       | 100,00%            | Pilotes de agua salada, etc.                                                                                                                    |

Documento de normativa común en maderas preservadas con CCA-C en el Uruguay

Es importante destacar que en maderas como el eucalipto sólo es posible impregnar la albura y no la totalidad de la madera como sucede con otras especies.

### Latu (Laboratorio Tecnológico del Uruguay) / Preservación de Maderas

El LATU trabaja en el control de retención de metales en maderas preservadas con CCA y otros productos. Se realizan ensayos de durabilidad en estacas de madera preservada y no preservada, y ensayos de durabilidad acelerados por inoculación de hongos; ensayos de penetración del preservante y de impregnabilidad de maderas; y concentración de soluciones preservantes.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> LATU. Madera y derivados. [En línea]. <<http://www.latu.org.uy/es/index.php/madera-y-derivados>> [consulta: 25 junio 2013].

### **5.3. PROTECCIÓN POR DISEÑO**

La pieza de madera a utilizar, como parte de un sistema, debe cumplir con ciertos requerimientos diseño-constructivos. Como arquitectos somos responsables de la situación en que integramos piezas de madera en la obra arquitectónica. De este modo se podrá potenciar la durabilidad de la madera (natural y añadida), y reducir los trabajos de restauración y mantenimiento. Cabe mencionar que determinadas maderas serán aptas para exteriores y otras no, que en la elección de piezas a utilizar como elemento estructural se debe tener un cuidado especial respecto al tipo de madera y la carga a soportar, la posibilidad de mantenimiento a futuro según la ubicación de la pieza, etc. Son infinitas las situaciones en que se pueden tomar decisiones de diseño que afecten la integridad de la madera.

Sin dudas dentro de las principales patologías que se deben prevenir en el diseño son las derivadas de los distintos tipos de humedades. El objetivo debe ser la eliminación de todas las fuentes de humedades no controladas, evitando de este modo la generación de condiciones adecuadas para el desarrollo de patologías. La madera deberá permanecer seca y en caso de mojarse se deberá prever de un diseño arquitectónico que permita su secado.

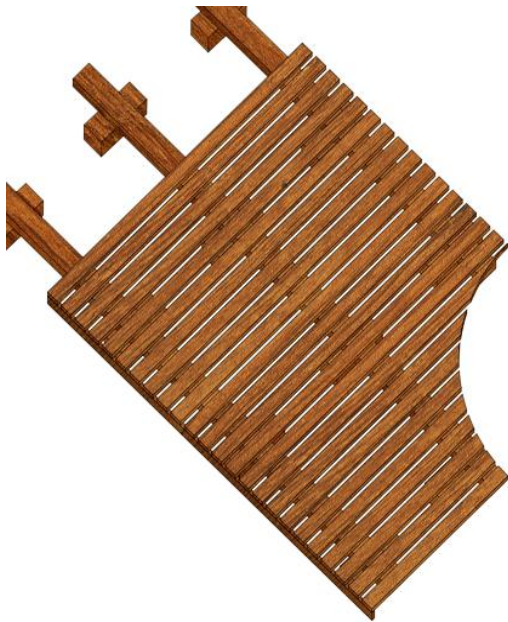
A continuación se exponen una serie de situaciones que se deben prevenir en el diseño:

#### **Humedades por precipitaciones**

Las maderas expuestas al exterior, como fachadas, suelos, ventanas, puertas, aleros, etc. se enfrentan a una situación muy comprometida respecto a las inclemencias climáticas. La acción del agua de lluvia, las oscilaciones drásticas de temperaturas, y los vientos, serán factores de alto riesgo. Algunas medidas constructivas podrán disminuir los riesgos, más aún si se las acompaña de otras medidas como ser: empleo de especies de madera con durabilidad natural o adquirida (siendo lo más adecuado el tratamiento en profundidad), control periódico y mantenimiento del revestimiento exterior de la cubierta superior, babetas, canelones, acabado superficial de muros, etc.

En casos de madera utilizada como revestimiento exterior, el contenido de humedad de la misma debe estar comprendido entre el 15% y el 18% dependiendo de la zona geográfica. Es preferible utilizar maderas radiales ya que las deformaciones que se producen son menos que en las de corte tangencial. En los entablonados habrá que considerar el principio de alternar el sentido de las caras para compensar movimientos y provocar el cierre de la junta. El movimiento de la tabla se amortigua con el ranurado en la cara interior con una profundidad de 1/3 del canto. La última pieza de madera más cercana al terreno deberá colocarse a una

distancia igual o superior a 30cm, de modo de evitar la salpicadura de la lluvia. Las piezas se colocarán separadas del muro mediante listones. Los bordes deberán biselarse para evitar la acumulación de gotas de lluvia. Se recomienda dejar una holgura entre las piezas del entablonado, tanto si se colocan en el sentido vertical como en horizontal, para absorber el movimiento producido por el cambio de las condiciones ambientales. Para la fijación de las piezas se utilizan clavos, tornillos o grapas resistentes a la corrosión.



Otro caso típico de madera utilizada en exterior es el de los pisos tipo pasarelas, terrazas exteriores, decks, etc. En estos casos se deberá tener ciertos recaudos en el diseño. Las piezas de madera se suelen colocar sobre tirantes u otras piezas estructurales de forma que la mayor parte de su superficie quede ventilada. Los bordes deberán ser redondeados por lo mencionado con anterioridad. Separación entre las piezas de entre 6 a 12mm para facilitar el movimiento ocasionado por las condiciones ambientales. No se recomiendan las uniones machimbradas ya que favorecen la acumulación de agua y de residuos. Se deberá prever una limpieza periódica.

Las ventanas y puertas hacia el exterior deberán tener en su diseño un “vierteaguas”. Éste será el encargado de escurrir el agua de lluvia hacia el exterior. Deberá tener una pendiente de entre 15 y 20°. El vierte aguas debe estar separado del piso o del muro al menos 5mm. Será conveniente redondear los cantos y evitar los puntos acumuladores de agua.



Un punto crítico de las estructuras de madera colocadas a la intemperie es el de las cabezas expuestas; ésta es una de las zonas por donde más humedad ingresa, la cual queda retenida en la pieza, pudiendo provocar agrietamientos y posibles pudriciones. Tanto en cabezas de elementos verticales como pilares, u horizontales como vigas, pueden disponerse diversos sistemas que impidan el acceso

del agua o que permitan su rápida evacuación. Hay diversas soluciones para para proteger las

cabezas, como pueden ser; unos sencillos cortes oblicuos, tapas de madera o de chapa, forros superiores ventilados (para evitar retención de agua) y goterones. Un diseño tradicional de las ménsulas incluye una serie de cortes que actúan como goterones evitando que el agua escurra hacia el muro. Un diseño que contemple el posicionado de piezas estructurales sin protección de cabezas, dejándolas vistas, deberá plantearse si es una verdadera necesidad o se debe a una falta de información ya que hay que entender los riesgos que implica esta decisión.

### **Humedades de contacto con otros elementos**

Un punto crítico en el diseño es el encuentro de maderas con el muro. La mampostería puede contener humedad producto de fugas y filtraciones de la cubierta e instalaciones como por capilaridad procedente del suelo.

El caso típico donde lo mencionado se da normalmente es en los apoyos de las vigas de madera sobre los muros de fachada, agravándose en los casos de vigas de forjado de piso. Los muros de fachada sufren el azote de la lluvia, la cual puede elevar la humedad y permitir el desarrollo de hongos y pudrición.



Se establecen las siguientes soluciones: proteger en profundidad el elemento de madera antes de su colocación; en caso de cimentación se deberá disponer el elemento estructural a una distancia del terreno igual o superior a 30cm, instalar una lámina impermeable entre la zona de apoyo y la pieza de madera, ventilar la cámara que se forma debajo de los pisos elevados, impermeabilizar el muro y el suelo.

Otra situación que puede generar patologías provenientes del contacto de madera con otros elementos es la de posicionar piezas de madera alojadas o empotradas en el interior de los muros de mampostería. La solución estratégica más acertada será la de disponer un material impermeable en la base de la pieza que evite el posible paso de humedad. A su mismo se deberá intentar dejar ventilada la zona que envuelve a la pieza embebida en el muro dejando un espacio de unos 15 a 30mm. Cuando no es posible esta ventilación, se ha de recurrir a un tratamiento químico en profundidad. Éste se realizará previamente a la instalación.

### **Humedades de contacto con el suelo**

Si el diseño incluye maderas en contacto con el suelo, éstas deberán tener un tratamiento especial por su alto riesgo. Piezas de madera en contacto con el suelo tendrán una alta

probabilidad de pudriciones y ataques de termitas; su durabilidad o vida de servicio disminuye rápidamente. La durabilidad de un poste de madera de conífera sin tratamiento de protección, apoyado o empotrado directamente en el suelo es del orden de los 6 años; en cambio si la madera es tratada, la durabilidad podrá aumentar hasta cuatro veces.<sup>15</sup>

Un diseño que incluya elementos de madera en contacto directo con el suelo deberá tener una justificación clara para ello. Siempre será mejor alternativa y recomendable la separación de entre 15 y 30 centímetros de la madera respecto del suelo. De este modo se evita el riesgo de pudrición y se dificulta un posible acceso de las termitas; al mismo tiempo esta separación protege de las salpicaduras por agua de lluvia en casos de exterior. Antiguamente esto se materializaba con una base de piedra; actualmente se recurre a piezas metálicas que quedan ancladas en el hormigón de la cimentación. El objetivo fundamental es evitar que la madera absorba agua directamente por la capilaridad del suelo y que quede retenida en superficies horizontales. En caso de utilizarse piezas metálicas (normalmente de acero) para conectar la pieza con la cimentación, se exige su protección contra la corrosión. No siempre será posible evitar el contacto con el suelo por lo que se ha de recurrir a tratamientos en profundidad de la madera.



Cuando se emplea madera en rollo o madera cilindrada se recomienda ranurar el perímetro para provocar que las grietas se formen en esas líneas y no sean tan visibles y marcadas.

### **Interior del edificio**

Será fundamental instalar la madera con el contenido de humedad adecuado a sus condiciones de uso y mantenerla ventilada. Baños y cocinas son los espacios más generadores de humedad. Para proteger las piezas de madera en estos casos hay una diversidad de soluciones tradicionales. Entre ellas, una muy habitual es la solución de esquina utilizando entablonado de madera noble. El machimbrado transversal, de peor calidad, retiene los movimientos de la capa exterior. Ambas se ventilan por detrás con una cámara de aire.

---

<sup>15</sup> ARRIAGA MARTITEGUI, Francisco; HERRERO, Miguel Esteban. Protección de la madera mediante el diseño constructivo. [En línea]. En: Revista AITIM, Asociación de investigación técnica de las industrias de la madera. Nov / Dic de 2001, Vol 214. Madrid, España. 2001. [ref. de 17 julio de 2013] Disponible en web [http://www.infomadera.net/uploads/articulos/archivo\\_4299\\_2143142.pdf](http://www.infomadera.net/uploads/articulos/archivo_4299_2143142.pdf). pp.2.

## 6. CONCLUSIÓN

Como conclusión a nuestro trabajo, pretendemos plantear algunas de las medidas preventivas que como profesionales debemos considerar al momento de elegir la madera como material de construcción.

Como arquitectos somos responsables de la situación en que integramos piezas de madera en la obra arquitectónica, por lo que cumplir con ciertos requerimientos diseño-constructivos pasa a tener un valor primordial. De este modo se podrá potenciar la durabilidad madera (natural y añadida), y reducir los trabajos de restauración y mantenimiento.

Se deben tener las precauciones necesarias en el estibado de madera en obra, previendo lugares secos, donde debe existir una mínima altura libre sobre el suelo.

Cuidar de la exposición al viento (con la cara más larga del almacenamiento a lo largo de la dirección del viento), prever una constante ventilación y en lo posible estibar en lugares secos, calientes y donde no se extienden las sombras

Diseñar los cimientos de forma que sobresalgan 20-30 cm aproximadamente sobre el nivel del terreno del punto más desfavorable, para permitir inspeccionar y buscar túneles de barro protectores o también llamados tubos refugio que construyen las termitas para entrar en la edificación.

Controlar que las maderas que estén en contacto con el sobrecimiento estén protegidas del hormigón. Evitar el contacto con los mampuestos ya que sin elementos con alto grado de humedad.

Para usos a la intemperie, en que es probable la exposición a la humedad, lo más seguro es impregnar la madera con CCA. Existen numerosas empresas en nuestro país que garantizan buenos resultados en cuanto a tratamiento de madera por vacío-presión.

A su vez es conveniente prever pendientes y redondear los cantos para evitar los puntos acumuladores de agua, es importante utilizar clavos, tornillos o grapas resistentes a la corrosión y utilizar piezas estructurales de forma que la mayor parte de superficies como decks terrazas o estén ventiladas.

Se deberá practicar una mantención preventiva respecto a insectos como termitas o taladros de la madera; la misma consiste en:

- Identificar posibles rutas de entrada de termitas y sellarlas, ya que este insecto puede ingresar por ranuras casi imperceptibles a nuestra vista.

-Mantener secos los materiales que contengan celulosa, reparar en forma urgente filtraciones por la cubierta o por cañerías de desagües de aguas lluvias o por agua potable.

-Mantener separadas las tuberías de descarga de aguas lluvia, de los muros perimetrales de la edificación, de modo que no haya una humedad constante en dicho sector.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Arqs. CALONE, María; MEYER, Carlos. Curso de construcción en Madera. Segundo Semestre 2011. Montevideo, Uruguay. Facultad de Arquitectura, Universidad de la Republica.

Arqs. CALONE, María; MEYER, Carlos. La Madera Nacional En La Construcción. [En línea]. Uruguay. I.C. Instituto de da Construcción. Equipo de Investigación: Tecnología de da Construcción En Madera. Facultad de Arquitectura, Universidad de la Republica. Maderexpo. Agosto 2010. [ref. de 13 agosto de 2013]. Disponible en Web <<http://www.maderexpo.com/wp-content/themes/Ad-clerum/images/congreso/dia3/08.pdf>>.

IBÁÑEZ, Claudia M...[et al.]. Madera, biodeterioro y preservantes. Prologuista: BERTERRECHE, Andrés. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Octubre 2009. ISBN: 978-9974-0-0587-7

MINISTRO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE...[et al.] Guía de Buenas Prácticas en Impregnación de Madera: Tomo 2: Gestión Ambiental y Producción más Limpia. [En línea]. Uruguay. Proyecto Competitividad y Medio Ambiente. Cooperación Técnica MERCOSUR (SGT6) - Alemania (GTZ). Setiembre 2012. [ref. de 14 agosto de 2013]. Disponible en Web <[http://www.mvotma.gub.uy/biblioteca/documentos-de-ambiente/item/download/119\\_6282b8e19e62c32cb194c6544fca33bf](http://www.mvotma.gub.uy/biblioteca/documentos-de-ambiente/item/download/119_6282b8e19e62c32cb194c6544fca33bf)>

Ing. POU, Rosario. Caracterización de la forestación en Uruguay: Aspectos técnicos, empresariales del desarrollo forestal a mayo del año 2011. [En línea] Rosario Pou y Asociados, Inversiones Forestales. Uruguay, 2011. [ref. de 21 junio de 2013]. Disponible en Web <<http://www.uruguayforestal.com/informes/Forestacion%20en%20Uruguay-2011.pdf>>

Ing. Agr. OF. PÉREZ DEL CASTILLO, Alvaro. "Propiedades Mecánicas y Calidad de Madera de Eucalyptus grandis del Norte de Uruguay". [En línea] En: LATU-JICA. Proyecto de Tecnología de Ensayo de Productos Forestales LATU-JICA (1998-2003). Montevideo, Uruguay, Julio 2001. [ref. de 14 mayo de 2013]. Disponible en Web <[http://latu39.latu.org.uy/latu/general/documentos/documento\\_ver.php?h\\_nom\\_tabla=bib\\_objetos\\_materiales&h\\_nom\\_campo\\_blob=objeto&h\\_nom\\_campo\\_nom\\_documento=tipo\\_objeto&h\\_rowid\\_registro=AAAM0UAAEAAAABIAAG](http://latu39.latu.org.uy/latu/general/documentos/documento_ver.php?h_nom_tabla=bib_objetos_materiales&h_nom_campo_blob=objeto&h_nom_campo_nom_documento=tipo_objeto&h_rowid_registro=AAAM0UAAEAAAABIAAG)>

Per. Agr. O' NEIL, Hugo. Estimación de la calidad de la madera producida en el Uruguay para uso estructural y su evaluación en servicio por métodos no destructivos. [En línea]. LATU. Montevideo Uruguay, 2004. [ref. de 02 junio de 2013]. Disponible en web <[http://latu39.latu.org.uy/latu/general/documentos/documento\\_ver.php?h\\_nom\\_tabla=bib\\_objetos\\_materiales&h\\_nom\\_campo\\_blob=objeto&h\\_nom\\_campo\\_nom\\_documento=tipo\\_objeto&h\\_rowid\\_registro=AAAM0UAAEAAAABIAAY](http://latu39.latu.org.uy/latu/general/documentos/documento_ver.php?h_nom_tabla=bib_objetos_materiales&h_nom_campo_blob=objeto&h_nom_campo_nom_documento=tipo_objeto&h_rowid_registro=AAAM0UAAEAAAABIAAY)>

Dr. Ing. LOPEZ DE ROMA, Alejandro. "Protección de la madera". [En línea]. En: Revista AITIM, Asociación de investigación técnica de las industrias de la madera. Set / Oct de 1981, Vol 105. Madrid, España. 1981. [ref. de 23 abril de 2013] Disponible en web <[http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo\\_1127\\_17012.pdf](http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_1127_17012.pdf)>

Dr. ENCINAS, Osvaldo. Conservación de maderas. [En línea]. Grupo de Investigación en Conservación de Maderas (GICOM) Universidad de Los Andes, Taller de Tratamiento de Maderas, Museo Salvador Valero, Núcleo Rafael Rangel – Ula. Trujillo, Venezuela. 14 febrero

de 2004. [ref. de 09 junio de 2013] Disponible en web <<http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/oencinas/cursosofrecidos/museosalvadorvalero2004/contcursavalero/CursoSalvadorValero4partes.pdf>>

VACA DE FUENTES, Rosa Beatriz. Técnicas para la preservación de maderas. [En línea]. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Bolivia. Febrero 1998. [ref. de 07 junio de 2013] Disponible en web <[http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNACD119.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACD119.pdf)>

LIGNUM FACILE. Madera y fuego: Los productos de la construcción de madera y su comportamiento frente al fuego. [En línea]. Cluster de la Madera de Galicia. Santiago de Compostela, España. [ref. de 12 mayo de 2013] Disponible en web <[http://www.lignumfacile.es/index2.php?no\\_html=1&option=com\\_xestec&task=getPdf&idfila=77&idtabla=514&idth=76878](http://www.lignumfacile.es/index2.php?no_html=1&option=com_xestec&task=getPdf&idfila=77&idtabla=514&idth=76878)>

PERAZA SÁNCHEZ, Fernando. Protección preventiva de la madera. Madrid, España. AITIM, Asociación de investigación técnica de las industrias de la madera. 2001. 437 p. ISBN: 84-87381-22-7.

ARRIAGA MARTITEGUI, Francisco; HERRERO, Miguel Esteban. Protección de la madera mediante el diseño constructivo. [En línea]. En: Revista AITIM, Asociación de investigación técnica de las industrias de la madera. Nov / Dic de 2001, Vol 214. Madrid, España. 2001. [ref. de 17 julio de 2013] Disponible en web <[http://www.infomadera.net/uploads/articulos/archivo\\_4299\\_2143142.pdf](http://www.infomadera.net/uploads/articulos/archivo_4299_2143142.pdf)>

GUATIBONZA AMADO, Marcelino Isaac. Tratamientos preventivos para la madera: Inmunización, preservación y protección. [En línea]. <<http://mueblesdomoticos.blogspot.com/2011/01/tratamientos-preventivos-para-la.html>> [consulta: 22 junio 2013].

LATU. Madera y derivados. [En línea]. <<http://www.latu.org.uy/es/index.php/madera-y-derivados>> [consulta: 25 junio 2013].

MOLEX FUMIGACIONES. Plagas que atacan la madera, termitas y otras. [En línea]. <[http://www.molexfumigaciones.com.uy/catalogo/prod\\_serv\\_11.htm](http://www.molexfumigaciones.com.uy/catalogo/prod_serv_11.htm)> [consulta: 29 mayo 2013].

CALLEROS, Horacio. Tecnología de la madera: Propiedades de la madera. [En línea]. <<https://sites.google.com/site/tecnologiadelamadera/propiedades-fisicas>> [consulta: 20 julio 2013].

Documento de normativa común en maderas preservadas con CCA-C en el Uruguay: Lineamientos Generales. [En línea]. <[http://www.oxipal.com/pdf/normativa\\_cca-c\\_uruguay.pdf](http://www.oxipal.com/pdf/normativa_cca-c_uruguay.pdf)> [consulta: 14 junio 2013].

EMPRESA CERRO PELADO. Aserradero e impregnadora. . [En línea]. Uruguay. <<http://www.cerropelado.com.uy>> [consulta: 17 mayo 2013].

EMPRESA MADERAS TRATADAS S.A. (MATRA SA). Preservando madera en autoclave. [En línea]. Uruguay. <<http://www.matra.com.uy>> [consulta: 17 mayo 2013].

EMPRESA ENKO S.A. Tratamientos para madera. [En línea]. Uruguay. <<http://www.enko.com.uy/>> [consulta: 19 mayo 2013].

EMPRESA OXIPAL S.A. Aserrado de maderas nacionales y el tratamiento CCA de maderas en autoclave. [En línea]. Uruguay. <<http://www.oxipal.com>> [consulta: 10 mayo 2013].

EMPRESA LIFEWOOD LTDA. Planta impregnadora de CCA. [En línea]. Chile. <<http://www.lifewood.cl>> [consulta: 8 junio 2013].

EMPRESA MADEX. Madera tratada para exteriores. [En línea]. España. <<http://www.madex.es>> [consulta: 8 junio 2013].

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY (LATU). [En línea]. <<http://latu21.latu.org.uy>> [consulta: 5 julio 2013].

## 8. ANEXO

A continuación se detallan algunos otros productos protectores de la madera que encontramos en el mercado nacional así como las principales plantas de tratamiento:

### Plantas de Tratamiento:

#### Oxipal S.A. (Paysandú)



|                          |
|--------------------------|
| Madera Tratada           |
| Por qué elegir C.C.A.    |
| Durabilidad de la madera |
| Aplicaciones en madera   |

Calidad  
certificada



### Planta de Tratamiento C.C.A. de OXIPAL

El proceso de tratamiento C.C.A. que aplica OXIPAL, posee certificación "Wolmanized", siendo así una de las dos plantas en Uruguay con dicho respaldo. El mismo se realiza en un autoclave de 14,50 mts. de largo por 2,00 mts. de diámetro y bodegas con capacidad para 100.000 lts de producto tratante. La infraestructura de la planta permite obtener una producción diaria de aproximadamente 60m3 de madera tratada.



### Preservantes C.C.A.

Los preservantes Wolman C.C.A. son una familia de productos que presentan un compromiso satisfactorio entre eficacia, durabilidad y seguridad. Por esta razón, en la actualidad, son los preservantes más utilizados a nivel mundial.



<http://www.oxipal.com>

## LEDINOR S.A. (Canelones)



### ✿ Nuestros productos son impregnados con CCA de origen USA



Mediante el proceso en el autoclave de vacío-presión-vacío. La sigla CCA (cobre, cromo y arsénico) son elementos activos, cada uno de ellos cumple una función determinada.

El cromo fija el cobre y el arsénico a las células de la madera, de esta manera es imposible su liberación y la vuelve segura para las personas, mascotas y plantas que están en contacto con ella.

El cobre es un potente fungicida, que previene la pudrición causada por los hongos.

El arsénico actúa como insecticida deteniendo el ataque de las termitas y otros insectos.

### ✿ Lidenor S.A.



La madera procesada en Lidenor S.A. proviene de bosques implantados de pinos y eucaliptus, manejados de forma sustentable, preservando y agregando valor para que el producto supere las expectativas de nuestros clientes y garantizando las perfectas prestaciones en calidad y duración del producto final.

El proceso lleva un tiempo y un trabajo importante, pero el fruto de este esfuerzo lo vale.

Transformamos las maderas nacionales en productos duraderos y así viables hasta en las construcciones mas modernas, apoyados en una política de respeto y promoción de la conservación del medio ambiente y su entorno social.

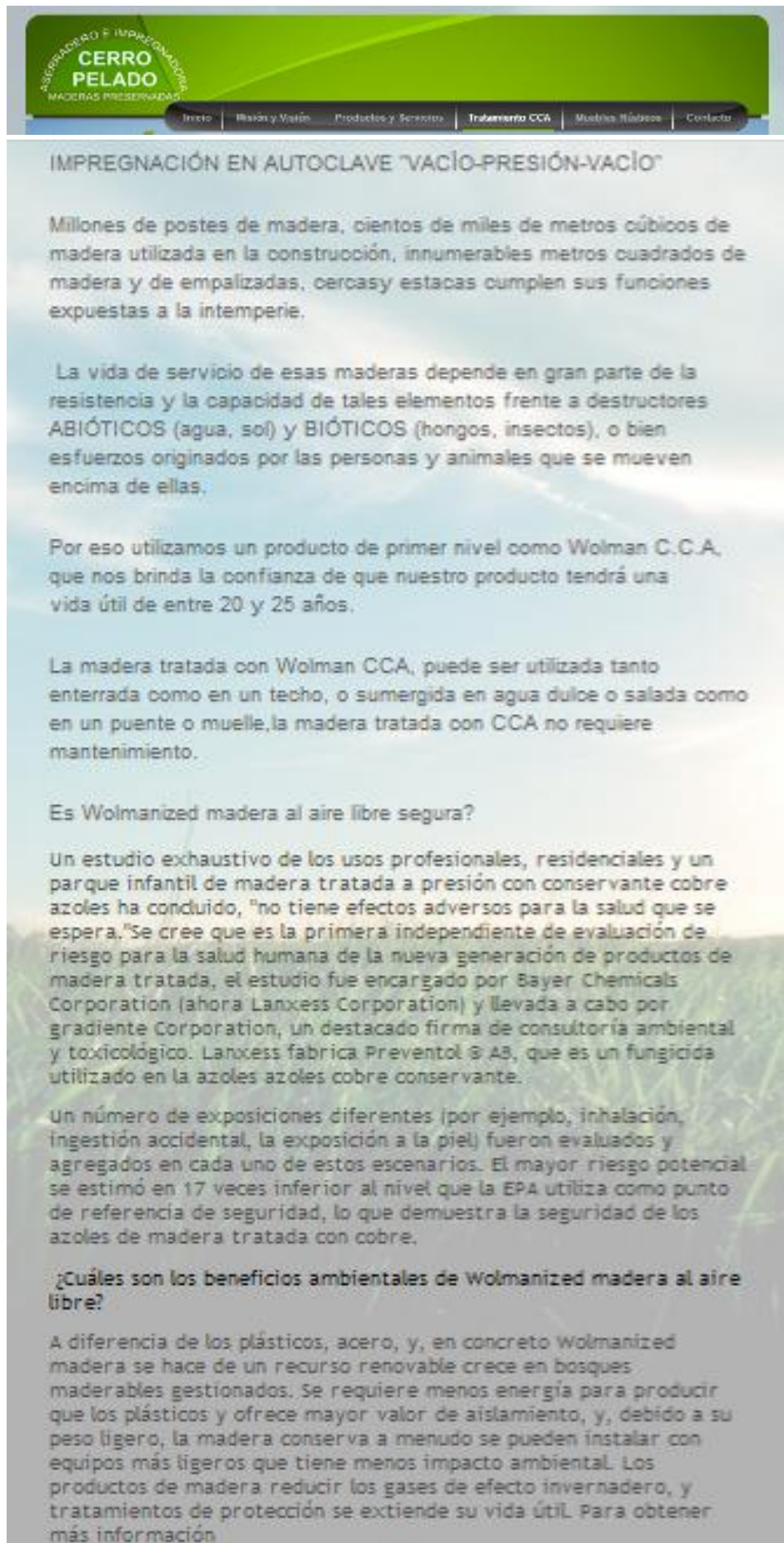
### ¿Cómo se impregna la madera?

La carga es introducida en un robusto cilindro de más de un metro de diámetro y de 14 metros de largo llamado autoclave. Esta unidad es sellada e inicialmente se aplica un vacío para extraer el aire del cilindro y de la madera. La solución preservante es entonces introducida con presión al cilindro hasta alcanzar un valor de 180 libras.

Se conserva un tiempo específico hasta que la solución de WOLMAN CCA predeterminada se impregne en la madera formando una unión de por vida con sus células

Luego la presión es liberada. La solución es vaciada y en un segundo vacío es aplicada para extraer el exceso de solución desde la superficie de la madera. La madera tratada finalmente debe mantener un periodo de fijación del preservante antes de su uso.

## Cerro Pelado (Maldonado)



**ASOCIACIÓN E IMPREGNADORES**  
**CERRO PELADO**  
MADERAS PRESERVADAS

[Inicio](#) | [Nosotros](#) | [Productos y Servicios](#) | [Tratamiento CCA](#) | [Madera Tratada](#) | [Contacto](#)

### IMPREGNACIÓN EN AUTOCLAVE "VACÍO-PRESIÓN-VACÍO"

Millones de postes de madera, cientos de miles de metros cúbicos de madera utilizada en la construcción, innumerables metros cuadrados de madera y de empalizadas, cercas y estacas cumplen sus funciones expuestas a la intemperie.

La vida de servicio de esas maderas depende en gran parte de la resistencia y la capacidad de tales elementos frente a destructores ABIÓTICOS (agua, sol) y BIÓTICOS (hongos, insectos), o bien esfuerzos originados por las personas y animales que se mueven encima de ellas.

Por eso utilizamos un producto de primer nivel como Wolman C.C.A., que nos brinda la confianza de que nuestro producto tendrá una vida útil de entre 20 y 25 años.

La madera tratada con Wolman CCA, puede ser utilizada tanto enterrada como en un techo, o sumergida en agua dulce o salada como en un puente o muelle, la madera tratada con CCA no requiere mantenimiento.

Es Wolmanized madera al aire libre segura?

Un estudio exhaustivo de los usos profesionales, residenciales y un parque infantil de madera tratada a presión con conservante cobre azoles ha concluido, "no tiene efectos adversos para la salud que se espera." Se cree que es la primera independiente de evaluación de riesgo para la salud humana de la nueva generación de productos de madera tratada, el estudio fue encargado por Bayer Chemicals Corporation (ahora Lanxess Corporation) y llevada a cabo por gradiente Corporation, un destacado firma de consultoría ambiental y toxicológico. Lanxess fabrica Preventol® A3, que es un fungicida utilizado en la azoles cobre conservante.

Un número de exposiciones diferentes (por ejemplo, inhalación, ingestión accidental, la exposición a la piel) fueron evaluados y agregados en cada uno de estos escenarios. El mayor riesgo potencial se estimó en 17 veces inferior al nivel que la EPA utiliza como punto de referencia de seguridad, lo que demuestra la seguridad de los azoles de madera tratada con cobre.

¿Cuáles son los beneficios ambientales de Wolmanized madera al aire libre?

A diferencia de los plásticos, acero, y, en concreto wolmanized madera se hace de un recurso renovable crece en bosques maderables gestionados. Se requiere menos energía para producir que los plásticos y ofrece mayor valor de aislamiento, y, debido a su peso ligero, la madera conserva a menudo se pueden instalar con equipos más ligeros que tiene menos impacto ambiental. Los productos de madera reducir los gases de efecto invernadero, y tratamientos de protección se extiende su vida útil. Para obtener más información

<http://www.cerropelado.com.uy>

## Matra (Montevideo)



[Principal](#) [Nuestra Empresa](#) [Productos y Servicios](#) [Trabajos Realizados](#) [Sitios de Interés](#) [Contacto](#)

### Procedimiento de Preservación

- 

Se realiza sobre madera seca (menos de 30% de humedad).  
Una vez cargado el autoclave con la madera, se cierra herméticamente y se aplica vacío para desalojar el aire de los intersticios de las piezas.
- 
- 

Luego se inunda con el líquido preservante y se comienza a aplicar presión hasta los límites requeridos (entre 8 y 16 Kg x cm<sup>2</sup>).
- 

Luego de lograda la saturación, cuando no penetra más líquido preservante, se descarga el sobrante para el depósito auxiliar y se aplica un vacío final para acelerar el escurrimiento.

#### Preservante Utilizado

El preservante Wolman es un compuesto hidrosoluble de óxidos estables de cromato de cobre arsenical (CCA). Es el producto de mayor uso en el mundo para la preservación de maderas. Y Wolman es la marca líder en ventas en EE.UU y América Latina.

Este preservante se aplica mediante Autoclave, por un sistema de vacío y alta presión que lo fuerza a penetrar en las maderas. El CCA se combina con los azúcares de la madera formando un precipitado insoluble que no se evapora ni lixivia.

Es absolutamente limpio, se puede pintar, barnizar, etc. Y no ataca los clavos o accesorios metálicos.

La concentración del preservante aplicado, varía según los destinos de la madera, de acuerdo a los riesgos de deterioro que el uso determine.

#### Retención

Se denomina a la cantidad de óxido, componente activo, que se encuentra incorporado en la madera (la retención se mide en Kg/m<sup>3</sup>).  
[Ver la normativa de retención](#)

#### Durabilidad

En su uso normal, a la intemperie, MATRA garantiza una duración de más de 25 años. Esta afirmación se basa en la calidad del conservante empleado, en el correcto método de aplicación del mismo, en la amplia experiencia de los fabricantes de Wolman CCA en EE.UU y en nuestro país.

<http://www.matra.com.uy>

Agrosalto S.A. (Salto)

**AGROSALTO S.A.**

 Avda. Solari s/n - Nueva Hesperide  
Telefono: (+598) 4732 5922  
Telefax: (+598) 4732 8418  
Rut: 160100020011  
Salto - Uruguay - C.P. 50.000  
Email: [agrosalt@adinet.com.uy](mailto:agrosalt@adinet.com.uy) - [agrosaltoventa@hotmail.com](mailto:agrosaltoventa@hotmail.com)



## Impregnantes:

### PROTECTOR PARA MADERA



Esta temporada proteja sus maderas y disfrute de su jardín

En el marco de su política de productos y protección del medio ambiente, Granitol ha desarrollado una línea de productos que tiene como base eliminar los solventes y fabricar productos a base de agua.

Este es el caso de la línea de protectores para maderas, dentro de la cual se encuentra el último desarrollo de Granitol, HIDROMADERA.

Este es un preservador de maderas de última generación, de base acuosa.

Su composición y su alta penetración garantizan la protección de la intemperie, los microorganismos y los insectos y además desarrolla al máximo las propiedades decorativas de la madera tanto en exterior como en interior.

Al aplicarlo se obtiene una película transparente y coloreada, de terminación mate-satinada muy natural, que permite lucir la veta; combina la protección permanente en profundidad con una terminación muy atractiva.

Se presenta en 6 colores transparentes: natural, roble, cedro caoba, nogal y tabaco, que pueden mezclarse entre sí en todas las proporciones para obtener el tono personal deseado.

Hidromadera es de muy rápido secado, entre 1 a 2 horas al tacto. Su acción hidrórepelente evita el ingreso de agua líquida, proporcionando un efecto impermeabilizante protector. Es microporoso permitiendo un fácil intercambio de vapor de agua: la madera respira.

Contiene fungicidas de amplio espectro y prolongado efecto residual, evitando en la capa impregnada la acción de los hongos de pudrición. Incorpora un insecticida específico contra polillas, taladros y termitas, que desde la capa impregnada refuerza la protección existente.

Por mayor información de productos, comuníquese con nuestros asesores comerciales, a través de nuestra línea de atención al cliente 0800 83 05, o vía mail a [ventas.gr@granitol.com.uy](mailto:ventas.gr@granitol.com.uy) - Web [www.granitol.com.uy](http://www.granitol.com.uy)

- ▶ Home
- ▶ MADERAS
- ▶ Acabados para interiores
- ▶ Tratamientos para exteriores
- ▶ Plastificantes al agua
- ▶ Aceites
- ▶ Mantenimiento
- ▶ Herramientas y Accesorios
- ▶ Pisos deportivos
- ▶ Contacto

## Hydrocrom

Los elementos y estructuras de madera al exterior deben protegerse con sumo cuidado de: la luz, el agua, heladas y contaminación, saltos térmicos, inquilinos indeseables, como hongos, parásitos; todos estos agentes, amenazan y deterioran constantemente la belleza de ventanas y puertas, de cortinas y persianas, de techos y pavimentos, de vigas y recintos, muebles de jardín, cabañas y horreos. Para defenderse de los agentes atmosféricos y biológicos los laboratorios de Milesi spa han estudiado una línea de productos específica, que además de garantizar una óptima protección de los agentes externos, durabilidad y constancia con el paso del tiempo, revaloriza la belleza de la madera.

La gama Milesi está compuesta de dos líneas completas, al agua y al disolvente abarcando los diversos procesos de barnizado y los diferentes sistemas de aplicación, desde el pequeño carpintero, hasta el industrial. Toda la gama está disponible en diversos tipos de envases, para satisfacer las exigencias de los diferentes consumidores.

Ideal también para el mantenimiento de la madera con el paso del tiempo, y para revitalizar elementos antiguos de carpintería, con excelente comportamiento en las maderas más comunes utilizadas al exterior como el pino, abeto, y douglas.



### Impregnantes y acabados al agua para madera al exterior:



- Impregnantes transparentes y coloreados
- Fondos pigmentados
- Acabados transparentes y pigmentados