



LOS EJES DE LAS LINEAS  
DE INVESTIGACIÓN  
EN EUROPA

I  
U  
F  
R  
O

## PRIORIDAD PARA EL ACABADO DE LA MADERA

EXTRAIDO DEL CTBA Info nº 58 «IUFRO: UNE PREMIERE POUR LA FINITION» Y «FINITION EXTERIEURES : LES AXES DE RECHERCHE ACTUELS EN FRANCE» TRADUCIDO Y ADAPTADO POR FERNANDO PERAZA SÁNCHEZ

El nuevo grupo de trabajo «Tratamiento superficial y acabado» del IUFRO (institución que agrupa a nivel internacional al conjunto de organizaciones de investigación de la madera y el bosque) se reunió por primera vez en Tampere (Finlandia) en el mes de agosto de 1995. Las diferentes intervenciones de los participantes han confirmado la importancia de este tema de investigación y los estudios que se están desarrollando en los diferentes países europeos. La puesta a punto de sistemas de acabado de más duración y de fácil renovación (mantenimiento) es esencial para el futuro de los productos de la madera en la construcción.

Con la creación de un nuevo grupo de trabajo «Tratamiento superficial y acabado» dentro del seno de la División 5 «Productos forestales» del IUFRO se confirma la importancia de investigar sobre este tema esencial para el desarrollo del mercado de productos de la madera en la construcción y en particular de la carpintería de exterior. Las intervenciones de esta reunión ilustran bastante bien como se están abordando en Europa el tema de los acabados de exterior.

## Acabado de la madera

### Finlandia

#### Sobre todo pintura

En Finlandia la mayoría de las ventanas de pino y de picea se acaban en fábrica. El tratamiento de impregnación por presión con sales CCA es una práctica corriente. Cuando se utiliza un barniz semitransparente a poro abierto (lasur) se recomienda proteger previamente la madera de los deslavados. Solamente una empresa finlandesa utiliza el procedimiento del doble vacío.

Las pinturas se seleccionan por su tiempo de secado, que debe ser corto. La primera mano se aplica normalmente por inmersión y suele ser una impregnación no pigmentada destinada a proteger la madera contra el azulado, los hongos de pudrición y los mohos. La inmersión a veces se realiza con los perfiles ensamblados para obtener una mejor protección de la madera.

Las pinturas, generalmente de color blanco, se utilizan más que los lasures. Las primeras capas de estos acabados pigmentados suelen ser a base de componentes de poliuretanos. El producto de acabado se aplica antes del secado completo del primer mojado. Las manos de acabado incorporan resinas de urea, amínicas o alquídicas.

Cada vez se utilizan más los sistemas en base acuosa, pero todavía representan una pequeña parte del mercado. La poca utilización de estos productos se debe a las dificultades de aplicación y a una calidad estética que se juzga insuficiente.

La renovación se realiza cada 10 o más años con pinturas a base de resinas amínicas o de poliuretano, pero su reparación es bastante más difícil -requiere preparaciones del soporte muy esmeradas por tratarse de productos filmógenos- que la de los productos acuosos.

Los barnices protectores de poro abierto utilizados en carpintería de exterior tienen muy poco extracto seco. Cuando se requieren espesores de film importantes (60 micras) se aplica una laca por debajo del lasur transparente.

El VTT, que es el principal organismo de investigación de la madera en Finlandia, actualmente está realizando un estudio con otros



países europeos sobre la durabilidad y el comportamiento de los acabados con una pequeña tasa de componentes orgánicos volátiles.

Los fabricantes de producto aconsejan aplicar 3 manos de acabado, pero esta recomendación no se basa en ninguna reglamentación. El sistema más corriente consiste en una primera capa, que puede estar o no pigmentada, y por dos capas de acabado.

Se utilizan dos sistemas:

- una imprimación no pigmentada en disolvente orgánico y dos capas de producto de acabado en base acuosa.

- una primera capa no pigmentada, una capa intermedia en disolvente orgánico y otra capa de acabado en base acuosa. Las imprimaciones se aplican en fábrica.

No se utilizan los sistemas completos en base acuosa aunque las imprimaciones suelen ser siempre en base acuosa.

Las pinturas en disolvente orgánico comparten el mercado al 50% con las pinturas en base acuosa, de resinas acrílicas y alquídicas-acrílicas.

Las pinturas tradicionales a base de aceite de linaza y de pigmentos de óxido de zinc siguen siendo muy populares, así la pintura «rojo sueco» está muy extendida en Escandinavia. Esta pintura está compuesta por aceite de linaza y de «bitumen» más cargas de harina de centeno o de trigo, con una gran proporción (al menos un 25%) de pigmentos de óxido de hierro no transparente. Esta pintura se suele aplicar sobre la madera aserrada en bruto. Se trata de un sistema particu-

larmente durable, hasta 20 años entre dos renovaciones siendo ésta además es bastante fácil. Sus formulaciones son variables y a menudo se ponen a punto por los mismos utilizadores, principalmente en medios rurales, por lo que la proporción de pigmentos es siempre muy superior a la de los productos comerciales.

### Suecia y Noruega

#### Productos en solventes orgánicos

Los tratamientos por doble vacío para la carpintería de exterior están más extendidos en Suecia que en Finlandia. Las carpinterías se acaban en fábrica y los sistemas empleados son análogos a los utilizados en Finlandia. Las imprimaciones son productos a base de uretanos y las resinas son del tipo alquídicas, de uretano o acrílicas. La tendencia actual se orienta hacia los sistemas en base acuosa.

En los revestimientos exteriores, por ejemplo entablados, y cuando las variaciones de humedad vayan a ser normales se suele emplear la picea, en el caso de fuertes variaciones de humedad se utiliza el pino tratado. Las pinturas en disolvente orgánico están más extendidas que en Finlandia y representan el 65% de los productos utilizados. Los problemas de pudrición que se han producido en Suecia han limitado la utilización de los productos en base acuosa. Cuando se utiliza este tipo de productos se recomienda aplicar rápidamente el producto de acabado para evitar los problemas de adhesión sobre la madera expuesta sin ninguna protección durante varias semanas.

El Instituto sueco de Investigación de la Tecnología de la Madera (TRATEK) está realizando actualmente un estudio para la puesta en práctica de sistemas de aseguramiento de la calidad de las fachadas de madera, cuyo objetivo es prolongar el periodo de su renovación en un 50%.

En Noruega la práctica es diferente, ya que el 80% de la carpintería se acaba en la obra y necesita de pinturas que se apliquen con brocha. Las pinturas alquídicas dominan el mercado.

Las ventanas se fabrican con

perfiles laminados de picea y de pino. La protección de la madera se realiza por inmersión o por impregnación en autoclave con doble vacío.

La especie más utilizada en los revestimientos exteriores es la picea, pero en la costa oeste, donde la humedad es más elevada, se prefiere el pino impregnado en autoclave. Actualmente los acabados con resinas alquídicas representan el 80-85% de los productos utilizados. Se aconseja para la primera mano una imprimación no pigmentada con poco extracto seco o relativamente pigmentado con un poco más de extracto seco.

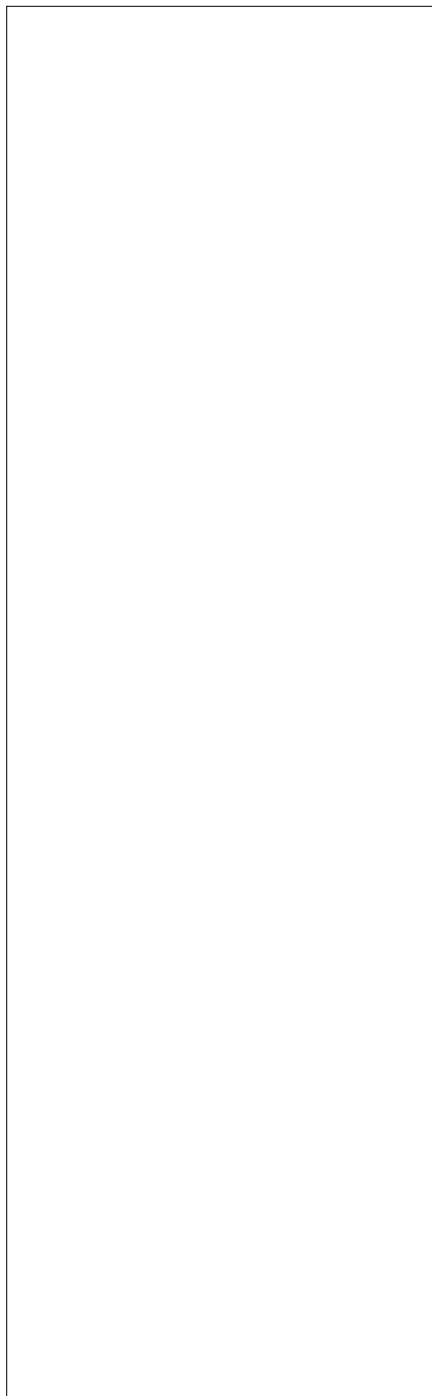
La polémica relacionada con las pudriciones que aparecían en la carpintería de exterior tuvo su momento más álgido en los años 80. Estas pudriciones ocurrían principalmente en construcciones nuevas cerca de la costa con humedad alta. Además, la pudrición aparecía generalmente por fallos en el diseño constructivo con la acumulación de agua y no por la elección del producto de acabado. Otros problemas venían originados por la mala elección de las imprimaciones. Como en Suecia este debate trajo como consecuencia en una menor utilización de productos en base acuosa.

### Alemania

## Respeto al medio ambiente y al Patrimonio

En Alemania los trabajos sobre los acabados tienen cada vez más importancia debido a la presión de los aspectos ligados a la protección del medio ambiente y a la reglamentación que se deriva de esta. La reducción de los compuestos volátiles orgánicos, una mayor durabilidad de los acabados, la reutilización de la madera o de los productos derivados de la madera y la renovación de la construcción en la Alemania del Este constituyen los principales temas de estudio del WKI (Wilhelm Khaiditz Institut).

En el plano de los acabados se distinguen los elementos considerados «no estables», como los entramados o los revestimientos, de los elementos que deben permanecer dimensionalmente estables, como la carpintería exterior. A partir



de esta distinción la preconización de los productos de acabado es diferente.

En las casas de entramado se emplea principalmente el roble, aunque también se ha utilizado el pino o la picea. En el pasado estas casas se decoraban con pinturas pigmentadas (altamente filmógenas), que raramente se suprimían en los trabajos de renovación. Por esta razón el espesor total se acerca a menudo al milímetro y lo que repercute en la débil permeabilidad

al vapor de agua del revestimiento y es causa de numerosos problemas. Los tratamientos superficiales inicialmente intactos esconden degradaciones en la madera y en especial pudriciones que ponen en peligro la estabilidad de la construcción.

Actualmente los tratamientos superficiales son a base de productos acuosos (con un extracto seco del 40 al 50%) constituidos por dispersiones acrílicas o acrílicas-alquídicas. Estos sistemas, más permeables al vapor de agua permiten respirar al soporte. Hoy en día las casas están mejor aisladas y los sistemas permiten evacuar el exceso de vapor de agua del interior hacia el exterior de la construcción. Para conservar la estética original del patrimonio se utilizan, principalmente, los colores marrones.

Hace algunos años, las especies tropicales dominaban en la fabricación de carpintería. Actualmente la madera tropical se emplea menos, por la concienciación de la deforestación del bosque tropical. El pino es la especie más empleada, seguida del lauan-meranti y de la picea.

Las ventanas se tratan habitualmente por inmersión o por pulverización. Si el cliente quiere conservar el aspecto natural de la madera los productos más utilizados son los lasures semitransparentes con poco extracto seco. Para las ventanas pintadas se utilizan revestimientos filmógenos pigmentados en base acuosa.

En el sur de Alemania la elección predominante por respeto a la tradición de la apariencia de la madera, son los lasures no pigmentados. Pero sobre la mayor parte de las superficies a las que se ha aplicado el lasur aparecen los numerosos defectos que arrastran las anteriores capas de renovación. Las actividades de investigación del WKI se han enfocado a mejorar los productos de acabado sin pigmentos mediante la modificación química de los productos.

Se ha estudiado y comprobado el efecto beneficioso de la adición de absorbentes de rayos UV a las formulaciones de revestimientos con productos de resinas alquídicas y acrílicas a través de ensayos de envejecimiento.

## Acabado de la madera

### Gran Bretaña Hacia sistemas más eficaces

En Gran Bretaña los materiales utilizados para la fabricación de ventanas se reparte de la siguiente forma (datos de 1992):

- nueva construcción : madera de coníferas (83%) madera de frondosas (9%) aluminio (4%) y PVC (4%).
- renovación: PVC (75%), madera de coníferas (12%), aluminio (7,5%) y madera de frondosas (5,5%).

La madera representa menos del 20% del mercado de renovación lo que muestra que la ventana se percibe como un producto que necesita una renovación costosa. La publicidad de los materiales competidores se apoya en este argumento.

Los trabajos de investigación en Gran Bretaña tienen como objetivo examinar los factores que influyen en la durabilidad de la carpintería exterior e identificar los componentes que limitan este comportamiento. Entre otros se están estudiando los siguientes temas:

- evaluar la durabilidad de las especies para carpintería, no tratada y tratada con productos de protección.
- examinar los efectos de los sistemas de acabado en relación con

las prestaciones de la madera tratada y no tratada.

- comparar las recomendaciones inglesas en materia de protección con los nuevos métodos propuestos en normalización europea.

- establecer principios de protección eficaces, económicos y aceptables desde el punto de vista del medio ambiente.

Los principales factores estudiados para conseguir sistemas completos que integren a la vez la protección y el acabado son:

- eficacia del tratamiento de los productos de protección normalmente utilizados.

- evaluación de la transmisión del agua y del vapor de agua a través de los cerramientos.

- riesgos de pudrición de las pinturas en disolvente orgánico y en base acuosa.

- durabilidad de los recubrimientos.

- mejora de las juntas.

En lo que concierne a la evaluación de las tasas de absorción de agua, los ensayos sobre 23 revestimientos utilizando productos en disolvente orgánico y en base acuosa, sin pigmentos y con pigmentos han mostrado que los productos en disolvente orgánico son más impermeables que los productos en base acuosa.

Los resultados han puesto en evidencia:

- una escala de prestaciones más amplia en función de los productos.

- un agrietamiento de la capa de acabado más importante sobre el pino que en la picea.

- una escamación de los productos semitransparentes sobre el meranti.

- un mejor resultado sobre la picea para el conjunto de los productos.

- mejores resultados con productos de alto extracto seco aplicados en fábrica.

### Francia

#### Los acabados exteriores, principales temas de investigación en

En Francia se utilizan numerosas especies de madera en obras expuestas al exterior, especies tropicales como el moabi, el movingui, el iroko y el lauan-meranti y especies locales como el haya, el pino silvestre y marítimo, el abeto, la picea y el cedro rojo. Cada una de ellas presenta un comportamiento diferente frente a los productos de acabado. La durabilidad de los revestimientos depende del producto aplicado, del método de aplicación, de la exposición, del tipo de obra, de su situación en la construcción y también de la especie empleada.

Los productos más utilizados en Francia para exteriores son los lasures sin pigmentos o transparentes (barnices protectores de poro abierto), que dejan ver la estructura de la madera. La vida de estos productos es relativamente limitada comparada con los lasures que incorporan pigmentos y las pinturas. Las renovaciones son necesarias cada cierto tiempo y provocan un coste de mantenimiento que penaliza a menudo la carpintería exterior de madera frente a otros materiales competidores. Por este motivo, desde hace varios años, los estudios desarrollados en Francia tienen como objetivo mejorar la durabilidad de los sistemas de acabado de madera con productos transparentes. Estos estudios se están realizando con la colaboración de universidades, de fabricantes de carpintería industrial, de

materias primas y de productos de acabado. Su objetivo es estudiar la influencia de los parámetros que intervienen sobre la duración o la degradación en el tiempo de los sistemas de acabado para madera (los rayos UV, el contenido de humedad de la madera, la estabilidad dimensional, la penetración del acabado, la naturaleza de los productos de acabado). El fin de estos trabajos es conseguir sistemas de acabado con productos transparentes con una duración en principio de 5 años para más tarde llegar a los 10 años. Con algunos productos pigmentados -como las pinturas blancas o de color claro- ya se ha conseguido esta durabilidad.

### Mejorar los productos y el soporte

Los principales trabajos desarrollados por el CTBA se han fijado en el diferente comportamiento de las especies, el mecanismo de envejecimiento, la influencia del estado de la superficie, la mejora de la durabilidad de los acabados mediante la adición de aditivos y la mejora de la estabilidad de la madera.

El comportamiento de las especies se ha centrado en las especies más utilizadas en carpintería exterior pero también en las nuevas especies que están apareciendo en el mercado, principalmente las procedentes de América del Sur (curupixa, tauari, tatajuba, etc.).

El CTBA es la primera institución que se ha interesado en la utilización de la temperatura de transición de los productos vítreos para estudiar el comportamiento de envejecimiento de los revestimientos utilizados sobre la madera. Este parámetro permite medir la flexibilidad o el carácter quebradizo de un polímero y puede seguirse midiendo a lo largo de un envejecimiento acelerado o natural. Los trabajos preliminares y los numerosos estudios sobre este tema han permitido a los laboratorios universitarios asociados al CTBA proponer un modelo de comportamiento válido para ensayos que utilizan como soporte diferentes maderas (haya, lauan, moabi) a partir de una formulación simple de tipo alquídica. Igualmente se pueden comparar varios tipos de envejecimiento acelerado con el envejecimiento natural. Para los casos

estudiados, la rueda de degradación, un equipo simple y de fácil empleo, permite acelerar 10 veces la temperatura de transición de los materiales vítreos en comparación con el envejecimiento natural.

La duración de un sistema de acabado depende en gran medida de su unión con la madera y de su penetración. Esta unión depende del estado de la superficie del soporte. Por esta razón se mide la mojabilidad del soporte en función del ángulo de contacto entre una gota del líquido y la superficie.

Este principio pone de manifiesto la influencia de la mecanización (cepillado artesanal o industrial, finura del lijado) sobre la unión del producto de acabado y sobre su comportamiento en el futuro.

La industria de pinturas del automóvil ha estudiado aditivos que absorban los rayos U.V. o de estabilizadores HALS (1) y de antioxidantes en los productos de acabado para aumentar su durabilidad. Se han estudiado algunos de estos productos compatibles con la madera investigando la sinergia entre los diferentes aditivos sobre una conífera (abeto) y sobre una frondosa (haya). Los resultados obtenidos fueron diferentes para cada especie. La siguiente etapa consistió en repartir los aditivos entre la imprimación y el producto

de acabado. Los últimos trabajos han demostrado que las variaciones de temperatura de transición de los productos vítreos eran más débiles cuando el producto contaba con un absorbente de rayos U.V. Los absorbentes de U.V. protegen a la madera de la acción de los rayos ultravioleta pero ralentizan el envejecimiento del polímero.

La transferencia de los resultados de estos trabajos a la industria ha permitido que aparezcan en el mercado nuevas formulaciones que utilizan las mejoras encontradas por el CTBA y sus colaboradores.

(1) (acrónimo de la expresión inglesa. Hindered Amine Light Stabilizer; estos productos tienen la función de limitar las degradaciones debidas a los rayos ultravioletas que no son bloqueados por los absorbentes de rayos UV)

### Estabilización de la madera

Otra línea de investigación ha consistido en modificar la superficie de la madera para hacerla más estable y reducir las sollicitaciones sobre la película de acabado originada por las variaciones dimensionales de la madera. La disminución de las variaciones dimensionales podría obtenerse por tratamientos térmicos, químicos o

## Acabado de la madera

por una combinación de los dos.

En el congreso IUFRO de Tampere se han presentado otros trabajos de investigación franceses :

- Mejora de la durabilidad de un sistema de acabado transparente para la madera utilizando un formulación de un compuesto fotopolimerizable superficialmente. (R. Garcia, A. Merlin, X. Deglise I CUER Nancy).

El análisis del envejecimiento de las resinas ya sea en films o aplicadas sobre soportes inertes, ha permitido establecer los mecanismos de la fotodegradación de estos polímeros y también proponer soluciones adaptadas a su estabilización. Por otra parte, los fenómenos registrados en la interfase madera-resina son más concretos y difíciles de estudiar. Además, el análisis del envejecimiento de un sistema completo de acabado utilizando como soporte la madera de haya muestra que la durabilidad depende más de las variaciones dimensionales del soporte que de la propia resistencia de la resina. El aumento de la durabilidad de un sistema de acabado transparente puede examinarse desde dos puntos de vista:

- actuando sobre la resina para la formulación de productos flexibles, que permiten al film absorber sin ruptura las variaciones

dimensionales de la madera.

- actuando sobre la madera para conseguir su estabilización dimensional.

La formación de un compuesto sobre la superficie de la madera antes de la aplicación del producto de acabado permite confirmar estas dos aproximaciones, se asegura a la vez la estabilización dimensional de la superficie de la madera y se mejora la unión del acabado con la madera, comparándolo con la madera no tratada.

Un captador fotoquímico permite obtener sobre la superficie de la pieza un compuesto a una velocidad compatible con el funcionamiento en continuo de una línea de acabado. El producto de acabado transparente aplicado fue un uretano triacrilato alifático secado por vía fotoquímica. Las mejores durabilidades se han obtenido añadiendo un estabilizador del tipo HALS en la capa de imprimación y una mezcla de absorbente de rayos U.V y de HALS en el producto de acabado.

- Aumento de la durabilidad de sistemas de acabado para la madera utilizada en el exterior (M.C.Trihoultt, A.Merliu, X. Deglise, L. Podgorski, M-C Roux) (HER de Nancy et CTBA).

Las principales degradaciones de un sistema de acabado para la

madera son debidas, en primer lugar, a la acción de los rayos ultravioletas, las variaciones de color, la degradación de la superficie de la madera, además de la absorción de agua por los acabados deteriorados y de las variaciones dimensionales del soporte.

Los aditivos (absorbentes de U.V y antioxidantes) se han añadido a la superficie de la madera para disminuir las variaciones de color. Se han encontrado productos interesantes para el abeto pero no para el haya. La eficacia de estos productos parece estar ligada a la presencia de extractos en la madera.

Los tratamientos térmicos y químicos como la acetilación y la impregnación con PEG (Polietilenglicol) permiten limitar la hinchazón y la contracción de la madera, pero disminuyen la penetración en el tratamiento de inmersión (mojabilidad-impregnabilidad) de la superficie de la madera que origina una peor adherencia del producto de acabado. La eficacia del PEG para reducir las variaciones dimensionales depende de su peso molecular. El PEG 400 es el mejor producto adaptado para la madera: aumenta la mojabilidad de la superficie de la madera y reduce la hinchazón hasta un 70%. La compatibilidad con un lasur parece mejorarse cuando este último es un producto en base acuosa en vez de en solvente orgánico.

