

MAD@RA
EN LA CONSTRUCCIÓN

23

Separata de EDIFICAR
Nov./Dic. de 2011

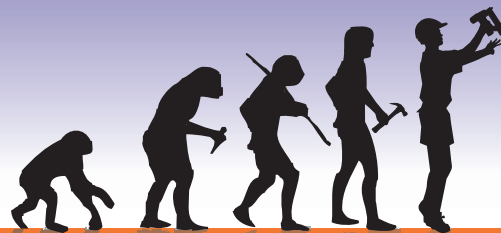


Cubiertas de tejas con estructura de madera

Análisis de estructuras de madera existentes



la casa de la
ENGRAMPADORA



la evolución, ahora depende de usted

Editorial

Retomando el trabajo de la Separata, incorporamos en este número un trabajo desarrollado por el equipo referido a las cubiertas de teja con estructura de madera. Se analizan los detalles a tener en cuenta en la etapa de diseño y las características de los materiales con los cuales se trabaja en nuestro país. Se complementa con detalles y soluciones constructivas, patologías y terminaciones para la obtención de un óptimo resultado.

Además si incluye un extracto del trabajo presentado en charlas en Montevideo sobre Análisis de estructuras de madera existentes por la M. Sc. Arq. Cecilia Poblete de la Universidad del Bio Bio, Concepción, Chile y el Dr. Arq. René Navarrete de la Universidad de Guanajuato, México.

Mario Bellón

Indice

Editorial	2
Cubiertas de tejas con estructura de madera	3
Análisis de estructuras de madera existentes	17

Madera en la construcción se edita como **Separata de la Revista Edificar**. Su contenido está realizado por el Equipo de Tecnología de Construcción en Madera del Instituto de la Construcción de la Facultad de Arquitectura de la UdelaR, dirigido por los arquitectos Carlos Meyer y María Calone. Se entrega en forma gratuita con la edición **59** de la **Revista Edificar**. Precio de venta individual \$ 50

Cubiertas de tejas con estructura de madera.

Protecciones por diseño y medidas de carácter constructivo.

1. Introducción

En los últimos años se ha incrementado el uso de cubiertas con estructura de madera en distintos programas arquitectónicos, particularmente en vivienda. Las razones de su uso están basadas fundamentalmente en que tienen una gran rapidez de armado, menores descargas sobre los muros, gran variedad de diseño, adecuado desempeño higrotérmico y considerable economía.

Si bien Uruguay ha contado siempre con maderas importadas para la realización de cubiertas - pino brasil, pinotea, lapacho, curupay- hoy, debido al creciente desarrollo del sector forestal y la explotación racional que se ha hecho de los bosques implantados, se puede obtener madera de *Pinus taeda* y *elliottii* y *Eucalyptus grandis* con una calidad aceptable para uso estructural. A lo anterior se suma la gran experiencia existente en el medio en cuanto a la impregnación de maderas, de este modo se convierte en un material resistente al ataque de agentes xilófagos, de larga vida útil. Se ha logrado determinar las características físico-mecánicas de la

madera de éstas especies, por lo que los arquitectos e ingenieros cuentan con un respaldo para sus diseños y pueden ofrecer mayores garantías del comportamiento del material. Con ello se promueve un incremento gradual de la aceptación de las construcciones con madera en un país que no ha tenido tradición en ese sentido.

Por último se han desarrollado o importado una serie de productos que complementan los sistemas constructivos en madera como por ejemplo: tejas metálicas, asfálticas, diferentes tipos de membranas impermeables al agua y permeables al vapor, conectores metálicos, placas dentadas además de los medios de unión más tradicionales como clavos, bulones y tirafondos que permiten dar mayor seguridad a la estructura. Estas uniones metálicas deben ser de materiales resistentes a la corrosión como el cobre, acero inoxidable o de hierro galvanizado en caliente.

1.1. Características físicas de la madera cultivada en el país

Las características físicas de la madera proveniente de cultivos, clasifica-

Cubiertas de tejas con estructura de madera.

das por la norma UNIT 237-70 como **maderas livianas** por sus valores de densidad, **pinus 0,12 = 0.41 g/cm³**, **eucalyptus 0,12 = 0.48 g/cm³** (Mantero, 1999), junto al clima de Uruguay con altos porcentajes de humedad relativa, abundantes lluvias distribuidas casi uniformemente en el año y clima templado, propicio para el desarrollo de ambientes húmedos, transforman a dichas maderas en un material fácilmente atacable por los agentes destructores, mucho más sensibles que las maderas de bosques nativos. Además de las condicionantes antes enumeradas, Uruguay cuenta con insectos xilófagos que atacan a la madera en uso, siendo el más destructivo el *Reticulitermes lucifugus* (termita), por alimentarse de albura y duramen de madera seca de coníferas y latifoliadas. "Estas termitas establecen sus colonias, viven y dañan madera sólida no descompuesta que contiene muy poca humedad" (Ebeling, 1968; Kofoid 1934). Esta especie fue declarada plaga en 1989. Lo expuesto tiene una consecuencia muy importante pues ninguna medida de tipo arquitectónico puede proteger la madera de sus ataques. La vida útil de las especies cultivadas

puede prolongarse aplicando técnicas especiales en su manejo, bien sea por cambios en las condiciones que favorecen su destrucción, o por la aplicación de sustancias tóxicas que impiden la presencia de organismos xilófagos.

El ataque de hongos e insectos se evita mediante la utilización de madera preservada, experiencia que ha sido eficazmente comprobada. El uso de madera preservada con productos que son insecticidas y fungicidas a la vez, se vuelve obligatorio para la obtención de elementos estructurales durables. Los óxidos de CCA son en la actualidad los más usados por ser muy resistentes a la lixiviación.



Madera afectada por xilófagos

Cubiertas de tejas con estructura de madera.

1. 2. Valores de retención de la madera impregnada

Los técnicos responsables de las obras deben asegurarse que las maderas tratadas cuenten con los valores de retención del producto exigidos por la normativa vigente. Como no es posible distinguir a simple vista si la madera cumple o no con el porcentaje de retención es conveniente realizar un muestreo y enviar al laboratorio para su análisis o trabajar con empresas responsables y reconocidas que puedan avalar con un certificado la retención requerida.

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

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



Madera tratada con CCA

- También deben ser tratadas las piezas difícilmente accesibles que para su cambio requieran realizar considerables desmontajes.

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

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

Se presentan a continuación los valores de retención a exigir en el caso de pinus y eucalyptus propuestos en el "Documento de Normativa común en Madera Preservada con CCA-C en el Uruguay" de la Asociación de Impregnadores del Uruguay, año 1999, basado en normas de la AWWPA (American Wood Preservers Association) de Estados Unidos, normas IRAM de Argentina y la Australian Standards donde se detallan las distintas retenciones de acuerdo a las condiciones de uso.

Cubiertas de tejas con estructura de madera.

Para el caso que nos ocupa:

Pinus sin contacto con el suelo – **retención mínima 4 kilos** de óxidos por m³ de madera.

Eucalyptus sin contacto con el suelo – retención mínima

Uso interior – **5 kilos** de óxidos por m³ de albura

Uso exterior – **7 kilos** de óxido por m³ de albura

La madera expuesta a la intemperie debe protegerse de la acción de la lluvia y el sol con productos a "poro abierto", que no formen película en la superficie de la madera para evitar su degradación.

1.3. Diseño de una cubierta liviana

El primer elemento a considerar es la especie de madera a utilizar, ya sea que se use Pinus o Eucalyptus se deben definir los defectos máximos a admitir (nudos, médula, bolsillo de



Fig. 1 – Deflexión en vigas de pino

resina, etc.) en función del cometido estructural que cumplan (vigas, correas), de sostén (clavadores) o de protección (cubretirantes).

En piezas solicitadas a flexión es fundamental el estudio de la deformación incorporando la deformación por creep (deformación plástica en el tiempo) Fig. 1. la que se puede suponer proporcional a la deformación elástica.

También es necesario definir el tipo de cubierta a realizar, ventilada o no ventilada, ya que la correcta disposición y espesor de las diferentes capas que la componen es fundamental para un adecuado desempeño higrotérmico y para obtener una respuesta adecuada a los requerimientos de habitabilidad.

1.3.1. Tipos de cubiertas

Los materiales de terminación a emplear en la cubierta dependen de la inclinación que ésta tenga. Para inclinaciones poco pronunciadas (10% a 18%) se suele usar chapas. Para inclinaciones mayores se pueden utilizar tejas de cerámica, de acero, de cemento o asfálticas.

Los techos compuestos por tejas forman "**cubiertas discontinuas**", ya que están integradas con elementos de tamaño reducido, por lo que

Cubiertas de tejas con estructura de madera.

podría llegar a infiltrarse agua debido al viento. En cambio, los techos de chapa, al poseer mayor continuidad (elementos de mayor longitud), resultan de alta eficacia desde el punto de vista de la evacuación del agua.

Se recomienda a la hora de trabajar con tejas, emplear pendientes mayores a las mínimas, para lograr un mejor y más rápido escurrimiento del agua de lluvia. Tabla 1.

▼ Tabla 1 – Pendiente según el tipo de teja

TIPOS DE TEJAS	PENDIENTES					
	usual		mínima		máxima	
	grados	%	grados	%	grados	%
DE CERÁMICA						
PLANAS: Francesa	40°	85	30°	58	75°	370
CURVAS: Portuguesa Colonial						
DE CEMENTO						
PLANAS: Gala (*)	-	-	17.5°	32	25°	48
CURVAS: Alcalá (*)	-	-	26°	49	45°	100
DE ACERO CON GRAVILLA	35°	70	20°	36.4	90°	-
ASFÁLTICAS	25°	47	12°	23	65°	210

En ningún caso la evacuación del agua de lluvia quedará interceptada por paramentos o elementos salien-

tes, para evitarlo se dará a la cubierta la pendiente necesaria, tal como lo muestra la Fig.2.

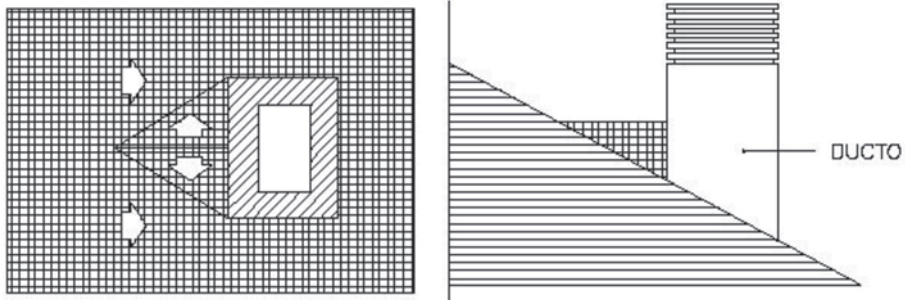


Fig. 2- Esquema de un encuentro con ducto

Cubiertas de tejas con estructura de madera.

Las distintas capas que componen una cubierta **no ventilada** Fig.3. comenzando desde el interior son:

cielorraso, barrera vapor (por ejemplo polietileno espesor mínimo = 200 micrones), aislante térmico, membrana impermeable al agua y permeable al vapor y teja.

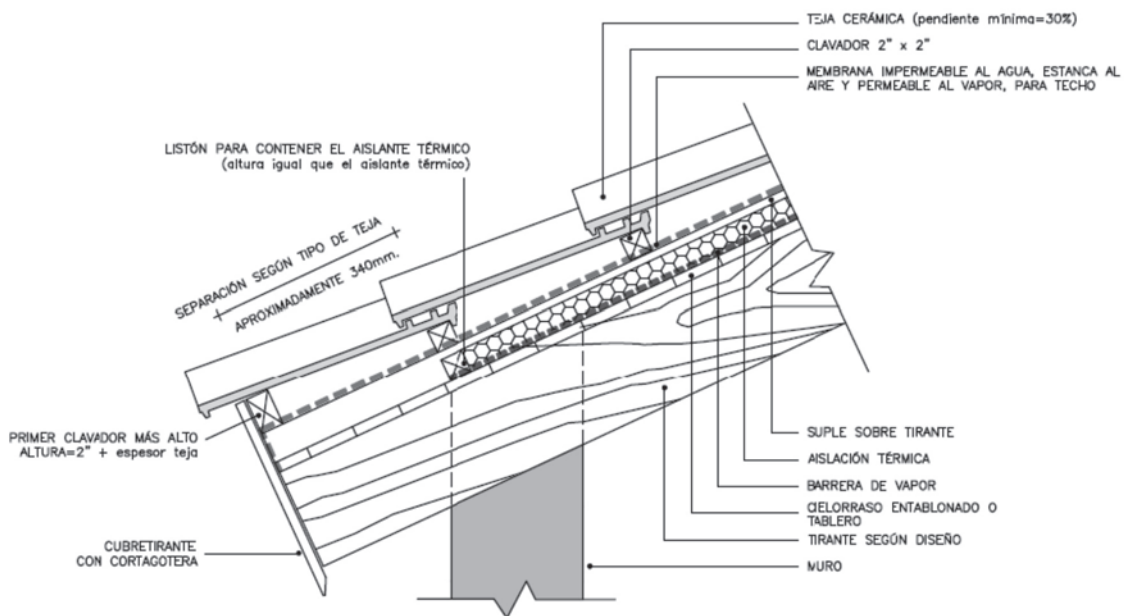
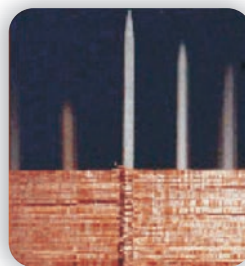


Fig.3- Esquema de cubierta no ventilada

- ▶ Materialmente se integra con la madera de manera permanente.
- ▶ Agarre más fuerte, conexión más estable.
- ▶ Nunca necesitará reemplazarlo.



Clavos y grampas en polímeros



la casa de la
ENGRAMPADORA

No se oxidan, ni herrumbran, ni corroen. Resistentes por tiempo indefinido en las maderas tratadas con proceso CCA o ACQ. Recomendado su uso en OSB.

Cubiertas de tejas con estructura de madera.

Es indispensable que las capas se coloquen de manera que permitan el libre escurrimiento del agua que pueda ingresar, por lo que se debe colocar en la misma dirección de la

pendiente una escuadría suplementaria con una altura superior al espesor del aislante térmico, tal como se ejemplifica en una cubierta ventilada en la Fig.4.

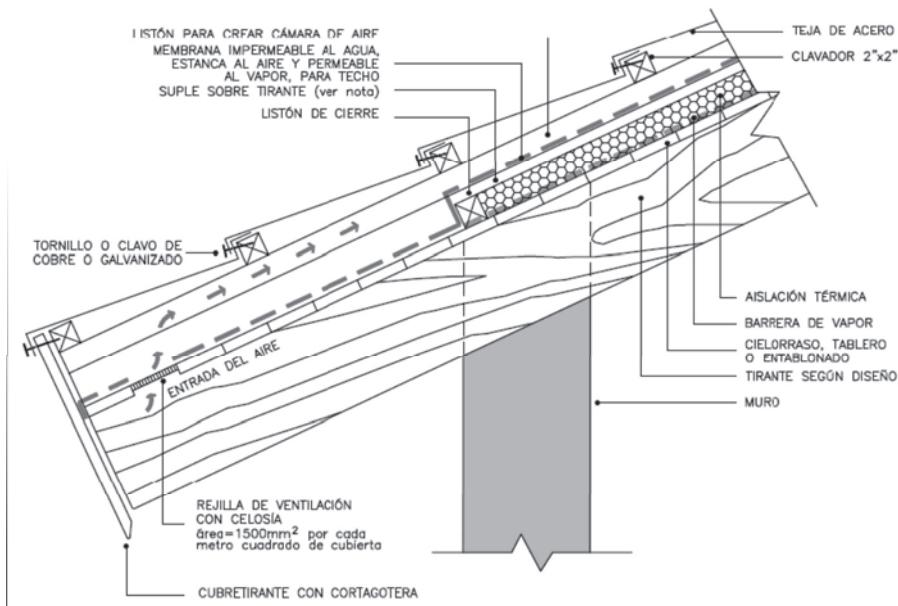


Fig.4- Esquema de cubierta ventilada

fanatite
ADHESIVO DE POLIURETANO



FANATITE OTORGA ADHESIÓN FUERTE Y DURADERA

Actúa en superficies húmedas.

Trabaja en varios tipos de maderas tales como: algarrobo, lapacho, guatambú, paneles **OSB**, etc.

FANATITE no requiere mezclarse y rinde mucho más que otros adhesivos convencionales.

fanatite
Sella
fanatite
Pega **rellena**



la casa de la
ENGRAMPADORA

Wilson Ferreira Aldunate 1171
Tels.: 2900 8488 - 2902 4083
www.lacasadel engrampadora.com.uy

Cubiertas de tejas con estructura de madera.

El problema del clavado de los techos está estrechamente ligado al régimen de vientos. La decisión de la cantidad de piezas a fijar dependerá básicamente de la exposición de los faldones.

Algunos tipos de tejas como las tejas de cerámica planas (francesas) tienden a trabarse entre sí, y su conjunto opone naturalmente una resistencia a la succión y otros efectos del viento.

En Uruguay, los vientos pueden ser de gran intensidad (más de 100 Km/hora), es necesario asegurar las tejas de la siguiente manera:

- 1.-** como mínimo clavar las tejas perimetrales y las que rodean puntos singulares (chimeneas, ductos, etc). Estos puntos son críticos en el primer impacto del viento y luego de desprendidas las tejas de borde es posible que se produzca el desprendimiento de otros sectores del techo.
- 2.-** es necesario complementar a su vez con un clavado de las tejas aproximadamente cada tres hiladas y también en el remate superior previo a la colocación de la cumbre.
- 3.-** también es necesario realizar un buen clavado (una de cada tres) en tejas que concurren a limahoyas y limatesas.

El agua, principal causa de patologías La madera es un material higroscópico y poroso, como tal absorbe agua en forma líquida o de vapor. Al cesar la fuente de humedad, la madera devuelve al ambiente el exceso de agua, conservando solamente la cantidad que se equilibra con la humedad relativa del ambiente.

Si la humedad no puede salir hacia el exterior, se acumula y queda retenida, afectando sus propiedades mecánicas, disminuyendo su capacidad térmica y la hace más vulnerable al ataque biológico Fig.5.

El agua puede llegar a la madera por condensación, por acción capilar o directamente por la acción de la lluvia.



Fig.5 – Las zonas donde se concentra la humedad son más propensas al ataque de hongos.

Cubiertas de tejas con estructura de madera.

Condensación

Una de las patologías más frecuente es la presencia de humedad en el interior de las cubiertas y en los cielorrasos.

La humedad en el interior de la cubierta no se manifiesta hacia el exterior, la misma se constata en el momento en que se hace necesario levantar o cambiar algún elemento de la misma por lo que es muy importante el realizar un diseño adecuado de la misma. Para evitar el riesgo de condensación en las cubiertas de tejas de acero necesariamente se debe ventilar posibilitando el movimiento del aire de abajo hacia arriba. Esto se logra mediante aberturas de área total igual a 15cm² por cada metro cuadrado de cubierta. Las aberturas para la ventilación deben ubicarse tanto en el alero como la cumbrera.

La humedad en el cielorraso se ve a simple vista ya que produce el oscurecimiento del mismo, siendo su causa la insuficiente aislación térmica. Debido a un mal diseño de la aislación térmica, el frío avanza hasta llegar a la barrera de vapor (polietileno) y provoca entonces la condensación que humedece el revestimiento interior. La primera capa que se debe colocar en una cubierta liviana luego del cielorraso es la barrera de vapor que tiene por

objetivo impedir el acceso de vapor de agua que se genera dentro de la vivienda hacia el interior de la cubierta. Al difundirse el vapor de agua dentro de la cubierta, llega un momento en que condensa, manifestándose en forma de humedad, la que impregnará los materiales, particularmente el aislante térmico que dejará de cumplir su función.

Para evitar este problema es necesario que el espesor de la aislación térmica sea el adecuado, lo cual impedirá que exista en la barrera de vapor una temperatura de condensación.

El valor de transmitancia térmica recomendado por la Norma UNIT 1150/2010 para cubierta livianas es $U=0.40\text{W/m}^2\text{K}$

Cuando se utilice como aislante térmico un material rígido se deben colocar piezas enteras, evitando los recortes, para que no queden zonas sin cubrir.

Acción capilar

En los tímpanos y aleros de una cubierta en madera se forma una película de agua que corre por la superficie y sólo se rompe al encontrar un ángulo recto. Una grieta, junta o fisura con un ancho 1mm. atrae la humedad y la conduce al interior por capilaridad. Para evitar que ello ocurra es conveniente adoptar las

Cubiertas de tejas con estructura de madera.

siguientes precauciones:

- las juntas verticales deben protegerse con tapajuntas, selladores o formando canales.
- construir el cielorraso del alero con una cierta inclinación hacia el goterón para que el agua escurra Fig 6

- las cabezas de las piezas de madera absorben humedad fácilmente, por ejemplo vigas o cordones de cerchas. Es conveniente que el cubretirante sea biselado para que escurra el agua.

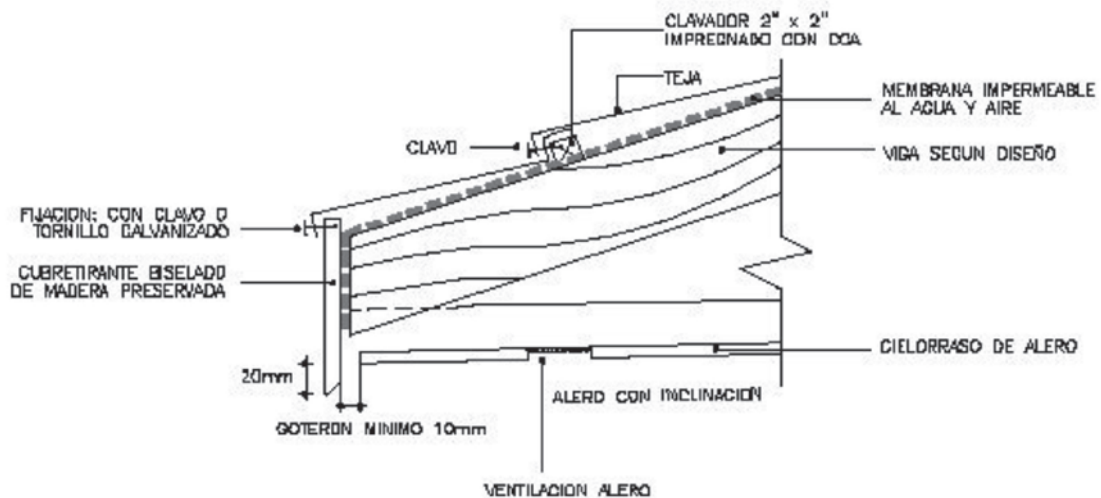


Fig. 6. Detalle de cubretirante y alero

La lluvia

La madera de la cubierta se recomienda que sea preservada, a menos que se trate de una especie de durabilidad natural.

- los extremos de las vigas o tirantes deben protegerse con cubretirantes y si quedan expuestos a la intemperie deben estar protegidos con cajas de metal galvanizado, pinturas que no formen película o capa selladora Fig.7.
- si la viga se empotra en un muro expuesto debe cubrirse su cabeza

con una capa impermeable.



Fig.7. Cubretirante desclavado. Facilita el ingreso de agua a la estructura de madera

Cubiertas de tejas con estructura de madera.

- colocar, antes de la teja, una capa impermeable para evitar infiltraciones de agua al interior.
- colocar el material de la cubierta con la pendiente y traslapos adecuados a cada tipo de teja.

- las babetas metálicas que se colocan en las limatesas, limahoyas, encuentro con muros laterales, ductos, etc, deben ser galvanizadas Fig.8 y 9.

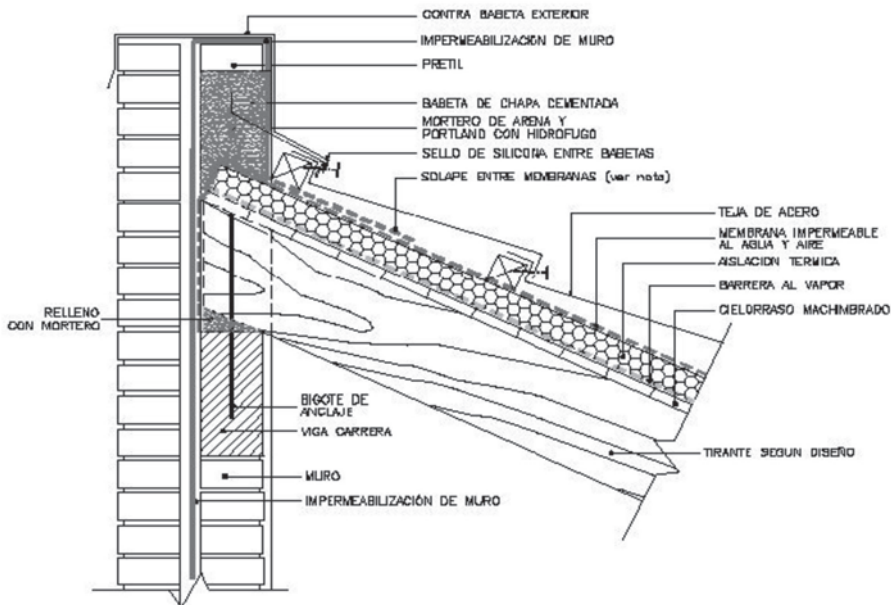


Fig. 8. Terminación de pretil con babeta metálica y apoyo de viga en un muro de ladrillo visto

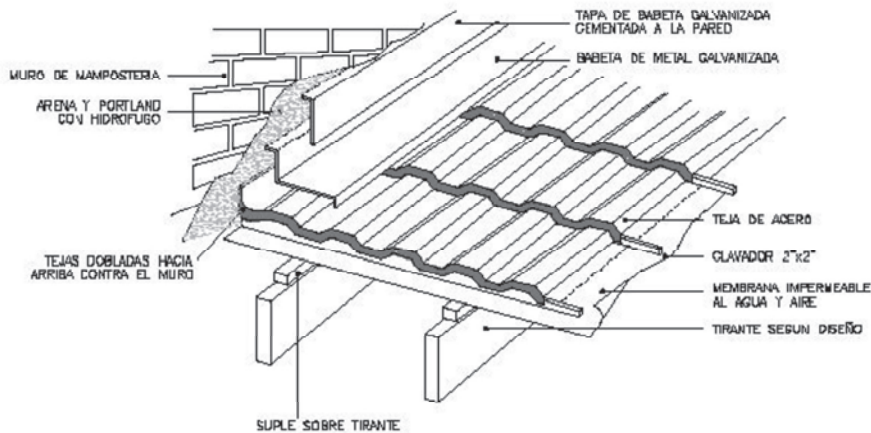


Fig. 9 Encuentro lateral de cubierta con muro.

Terminaciones

Es conveniente por razones estéticas y de conservación, que las maderas expuestas al exterior sean protegidas, fundamentalmente en bordes de techos, aleros, cubretirantes, etc. deberán ser terminadas con productos hidrorrepelentes que no formen película, estando contraindicados los poliuretánicos o marinos que forman película y no permiten respirar a la madera además de formar ampollas por descomposición de la lignina por parte de los rayos ultravioletas Fig. 10.

Prácticas de mantenimiento

Las cubiertas livianas pueden sufrir en mayor o menor grado el efecto de los agentes atmosféricos que van provocando deterioros progresivos en las obras.

Ello implica que es necesario realizar inspecciones periódicas para poder apreciar las posibles patologías que se presenten, teniendo siempre en cuenta la importancia de la detección precoz de cualquier anomalía que permita una inmediata acción, refacción y/o sustitución de elementos defectuosos o deteriorados.

Las tareas de mantenimientos deberán incluir:

Confirmar que todas las tejas se encuentren correctamente colocadas y fijadas y que no exista ningún



Fig. 10 Alero deteriorado por pérdidas del canalón

desprendimiento o rotura de las mismas por donde pueda ingresar agua. Se destaca que en muchos casos existe ingreso de agua al interior del techo que no se manifiesta en la habitación correspondiente. El agua provoca humedecimiento del material aislante, el cual deja de cumplir su función al estar embebido en agua, además de propiciar el desarrollo de agentes xilófagos.

También se debe considerar que en el caso de tejas metálicas clavadas puede existir un aflojamiento del clavo que permita leves movimientos progresivos de la chapa.

Revisar todas las babetas confirmando que no existan fisuras en los morteros y sus uniones con la mampostería que propicien la entrada de

agua que ataque las cabezas de los tirantes y clavadores.

Revisar todas las canaletas frontales y de limahoyas asegurando que se encuentren libres de hojas de árboles o elementos que impidan el desalojo rápido del agua.

Inspección interna y externa de las paredes en sus partes altas junto a la cubierta de madera para verificar la presencia de manchas de humedad. Se debe tomar nota que en casos de ladrillos vistos suele ser difícil apreciar estos fenómenos por lo cual es posible utilizar medidores de humedad digitales para albañilería que determinen sus condiciones.

Asimismo se deberá verificar estos fenómenos en partes altas de chimeneas y ductos donde existan uniones con maderas.

En caso de usar elementos metálicos que queden a la vista, verificar su estado de corrosión.

Si se constata entradas de agua, puede ser necesario remover algunas tablas del cielorraso para verificar los elementos metálicos ocultos. Asimismo se verificará el estado de bulones y clavos que no deberán presentar procesos de corrosión.

Verificar el estado de los productos de terminación sobre todo en las maderas al exterior que tienen mayor posibilidad de degradarse debido a la acción los agentes

externos. Dichas maderas deberán limpiarse a fondo para apreciar si realmente necesita una nueva capa ya que el agregado de nuevas capas termina por hacerlo comportar como un barniz común no permitiendo su permeabilidad al vapor.

Control de calidad en la puesta en obra

Las inspecciones se deben realizar en momentos en que la función se pueda cumplir a cabalidad sin que elementos ya colocados queden cubiertos y eventualmente ocultos sus defectos.

Primera inspección

Llegada de los materiales a la obra. Resulta más fácil inspeccionarlos y prevenir que sean colocados materiales que presenten defectos. Se debe controlar humedad de la madera, tamaño de los nudos, ataque de hongos, etc; defectos que generan una aceptación o rechazo del material.

Segunda inspección

En momentos en que la estructura de madera se encuentra colocada y terminado su sistema de fijación a la estructura soportante, además de las diferentes uniones entre los componentes.

Tercera inspección

Cuando se coloque la barrera al vapor, el aislante térmico y la membrana impermeable al agua y aire, para verificar el correcto posicionamiento y el orden de las capas que resultan de fundamental importancia para el comportamiento higro-térmico.

Cuarta inspección

Inspección final, verificando los productos de terminación, tejas, tapajuntas, cubretirantes, colocación de canalones de bajadas de pluviales, terminaciones de babetas en pretiles, rejillas de ventilaciones de aleros y cumbreras.

Referencias Bibliográficas

Calone, M. et al. (2008). "Cubiertas de tejas con estructura de madera". Universidad de la República, Uruguay, 174p.

Instituto uruguayo de Normas Técnicas (1970). Determinación del Peso Específico aparente en Madera.

UNIT 237-70

Instituto uruguayo de Normas Técnicas (2010.). Desempeño de los edificios de uso residencial. Diseño de la envolvente.

Parámetros y guías para el cálculo. UNIT 1150-10

Mantero, C. et al. (1999). "Caracterización tecnológica de las principales especies forestales cultivadas en Uruguay"

Facultad de Agronomía, Montevideo, 24p.

Peraza, F. (2001). "Protección preventiva de la madera". AITIM, España.



Análisis de estructuras de madera existentes

Es frecuente tener que realizar estudios de estructuras existentes para determinar el estado general de la madera y sus uniones y la capacidad portante de los diversos elementos que la componen. Es conveniente realizar estos trabajos con cierta frecuencia sobre todo teniendo en cuenta que muchas veces estos elementos se encuentran cubiertos y no es posible acceder a ellos fácilmente.

Con el tiempo es posible que algunos elementos sufran ataques de diversa índole, agentes, xilófagos, humedad debida a rotura de tejas u otros elementos de techos, etc. que limitan la vida útil del edificio. Al igual que sucede con otros materiales, hormigón, hierro, etc. un adecuado mantenimiento permitirá que las obras de madera tengan una larga vida útil.



Análisis de estructuras de madera existentes

Se presentan a continuación, algunos de los defectos más comunes a considerar y las formas y metodologías de inspección para encarar la solución de los problemas que se presenten.

Sección insuficiente

La sección insuficiente provoca una deformación excesiva de la pieza, que son apreciables a simple vista.

La flecha de una viga correctamente dimensionada estará alrededor de $L/300$ para condiciones de carga total.

Lo normal en un edificio es que se encuentre la carga permanente y una parte de la sobrecarga (carga de uso).

En pisos la carga permanente es aprox. el 40% de la carga total y esto causa un efecto de fluencia de alrededor del 50% por lo que la flecha esperada se sitúa en el orden de $L/500$ ó $L/600$, NO apreciable a simple vista.

Deformaciones excesivas y roturas a largo plazo

Estas son debidas a un efecto de fluencia cuando las piezas han sido colocadas en verde.

Esto aumenta la deformación en un orden del 100% respecto a la deformación instantánea, pues la madera tiene una resistencia que depende de la duración de las cargas.

Este es uno de los factores más importantes después de la calidad de la madera.

Se puede tener un dimensionamiento para cargas inferiores a las reales (sobre todo en lo que respecta a las cargas permanentes) y esto otorga una viabilidad limitada.

Las deformaciones irán en aumento hasta alcanzar eventualmente la rotura.



Análisis de estructuras de madera existentes

Fallo en uniones

Las uniones son puntos críticos en la estabilidad de las estructuras.

Es importante revisar los detalles constructivos de las uniones para verificar signos de aplastamiento sobre elementos de fijación.

También pueden encontrarse roturas en zonas de ensamblajes de piezas con uniones de carpintería y roturas por cortante.

Las estructuras también sufren deformaciones añadidas a las deformaciones elásticas, consecuencia de los deslizamientos de las uniones.

Este tipo de desajustes se originan (en ocasiones) por degradación de la zona de unión, por ejemplo: pudrición, aplastamiento, etc.

Es necesario verificar asimismo las uniones en donde se han utilizado elementos metálicos, clavos, tornillos, bulones, planchuelas, colgadores y controlar el estado de corrosión que estos puedan tener.



Análisis de estructuras de madera existentes

Roturas locales

Se pueden encontrar piezas aisladas deterioradas dentro de un conjunto en buen estado y sin deformaciones notables.

Si no es un defecto extendido y no existen deformaciones en el resto de las piezas, esto no resulta preocupante, y se deberá realizar una acción puntual que evite su extensión.

Arriostre insuficiente

Una estructura que no cuente con el necesario arriostramiento seguramente presentará problemas estructurales y movimientos o desplazamientos en algún sentido que pueden ir en aumento progresivo.

Grietas de secado y revirado de piezas

Las grietas de secado en madera de gran escuadría son inevitables. La contracción transversal de madera de coníferas es del orden del 0.20% por cada grado de humedad.

Esto quiere decir que una madera que pase de la condición verde (>30% C.H.) a un 10 % C.H. sufrirá merma de 4% de sus dimensiones transversales.

Si se trata de una madera que contenga el duramen en el centro de la sección (madera enteriza) la diferencia entre la contracción radial y tangencial provocara una inevitable grieta en las caras de la pieza que se pueden estimar en un 2% de la sección.



Vigas Laminadas

STOCK DISPONIBLE
PROYECTOS ESPECIALES

- Pisos / Entrepisos
- Molduras / Lambris
- Estantes a medida
- Porcelanatos españoles
- Eucaliptus finger - joint secado en horno



RAICES S.R.L.
INDUSTRIA DE LA MADERA

Daniel Fernández Crespo 1838 - Montevideo
Tel/Fax: 2402-1159 / 2401-9122
Ruta 90 km 57 - Tel.: 4740-2112 - Paysandú
Ruta 5 km 181,500 - Tel.: 4362-5997 - Durazno
ventas@raices.com.uy

www.vigaslaminadas.com.uy

Análisis de estructuras de madera existentes

También es frecuente que la pieza sufra una deformación de alabeo debido a la contracción del secado que en general tiene su origen como consecuencia del crecimiento espiralado.

Podrá encontrar elementos no estructurales que les sirvan de apoyo y les darán equilibrio poco estable y con alta deformación.

O bien, el sistema de arriostramiento es de suficiente resistencia, pero de escasa rigidez.

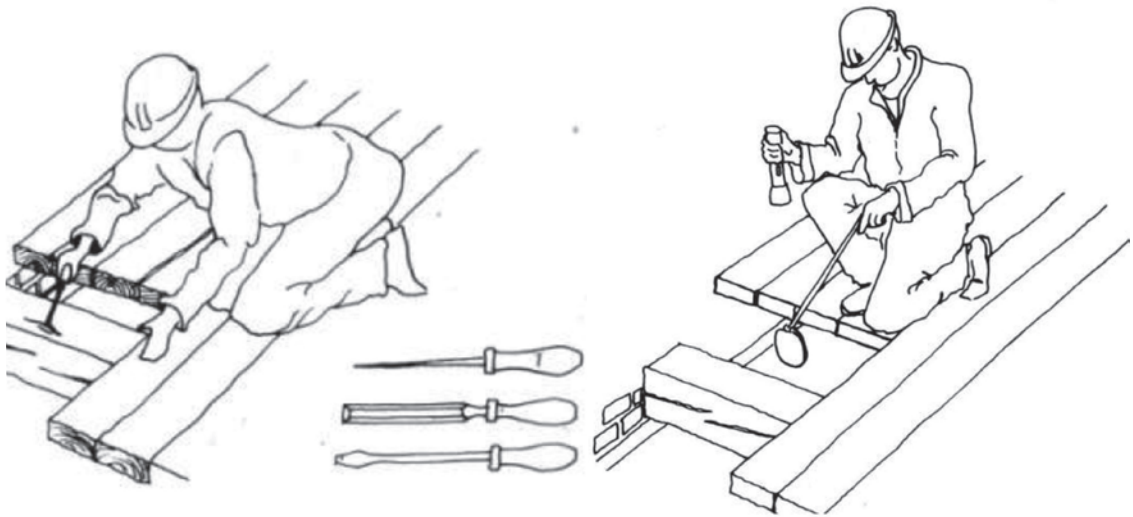
Inspección

Un aspecto importante antes de cualquier inspección es acordar el contenido de esta.

Es conveniente especificar la autorización para realizar los trabajos que permitan llegar a la estructura de la madera, pues será necesario realizar registros en varios puntos.

Otro punto es la valoración de la capacidad portante de la estructura; normalmente estas inspecciones las realizan expertos en detección de degradaciones y realización de tratamientos curativos en la madera, será necesario contar también con conocimientos en el análisis estructural.

Es conveniente recoger información sobre la historia del edificio, sus planos y autorizaciones municipales, planillas de cálculo, etc. y deberá ser comprobada "in situ" para tomarla como verdadera.



Análisis de estructuras de madera existentes

Datos importantes:

- Fecha de construcción
- Materiales empleados
- Especie de madera
- Sistema de Techos
- Sistema Constructivo
(sistema plataforma, pilar y viga, poste y viga, etc)
- Participación de otros materiales
- Ocupaciones y uso del edificio
- Reparaciones y/o obras realizadas con anterioridad.
- Incidencias (radiación, fuego, etc)
- Planos
- Tipo de terreno
- Asentamientos
- Roturas de cubierta
- Daños de agentes xilófagos en proximidades

Todo debe estar incluido en un informe sobre el estado de conservación de la estructura desde el punto de vista de su patología de origen biótico y en su caso la seguridad relativa a su capacidad portante.

Reconocimiento visual exterior

Esta inspección varía en cada edificio, altura, materiales, acceso a cubierta, etc.

Es necesario utilizar prismáticos para evaluar el estado de los aleros, bajantes y canalones, estado de balcones y carpintería exterior.

El objetivo es detectar fuentes de humedad y la posible entrada de agua de lluvia al edificio



Análisis de estructuras de madera existentes

Este reconocimiento se hace en:

• *Fachadas y patios*

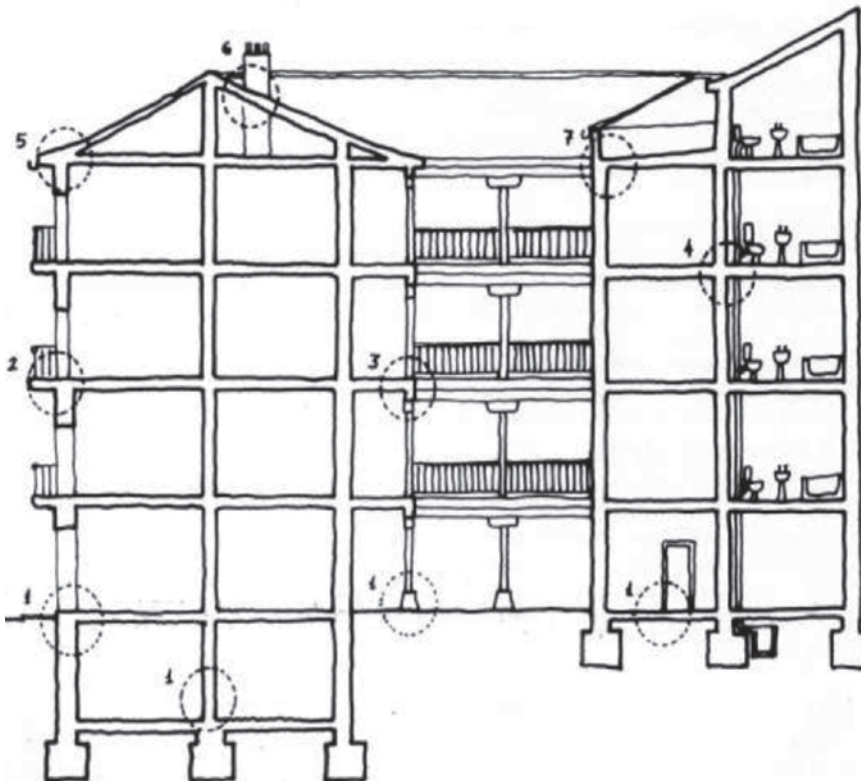
La fachada correspondiente a los vientos dominantes es la que requiere mayor atención por la incidencia de la lluvia.

El estado del revestimiento, el desprendimiento de este y la presencia de manchas de humedad en

la fachada indican humedades en las cabezas de las vigas de piso conectadas al muro y en la carpintería de ventanas y balcones.

Grietas inclinadas en muros y descuadre de carpintería en vanos son consecuencia generalmente de problemas de cimentación que exigen un examen más exhaustivo. Buscar esto al pie de bajantes.

Esquema con los puntos críticos



Análisis de estructuras de madera existentes

La existencia de salientes como cornisas y balcones denota la posibilidad de acumulación de agua o bien un deterioro de estos permite la entrada de agua.

Grietas horizontales junto con desplomes nos indican problemas de Estabilidad

Cubiertas, aleros y bajantes

La revisión del estado de la cubierta se hace evidente para conocer si existen filtraciones o bien identificar el origen de goteras y verificar si

existen deformaciones que puedan indicar problemas estructurales.

La rotura o taponamiento de las ventilaciones es otro punto a inspeccionar.

El deterioro de aleros y canalones permite la entrada del agua de lluvia en zonas de apoyo de la estructura de cubierta. Podemos encontrar pudrición en las cabezas de tirantes, vigas, y clavadores.

Habrá que verificar si las bajadas muestran manchas de humedad, la localización de estos puntos deberán verificarse en el interior



Análisis de estructuras de madera existentes

Flechas en entramados de pisos

Las deformaciones en los entramados de piso de madera suelen ser más elevadas en general, que las aceptadas en otros elementos constructivos.

Habrà que anotar si existen flechas elevadas que puedan indicar cargas permanentes excesivas. Las flechas muy grandes llevan en general a que los pisos tengan un gran movimiento haciendo que provoque un efecto psicológico particular.

Reconocimiento de la estructura

Esta inspección está dirigida a valorar los daños producidos por agentes xilófagos y su repercusión en el comportamiento estructural, esto (ya se comentó) puede incluir:

- **Especie de la madera**
- **Determinación de su calidad**
- **Geometría de la estructura**

En este reconocimiento debe tomarse en cuenta:

1. Planificación: ...desde la primera visita
2. Iluminación: asegurarse iluminación natural o artificial

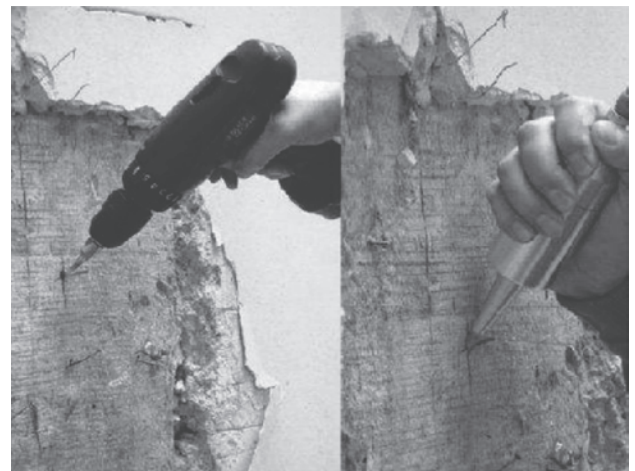
3. Acceso a la estructura: se deberá acceder a todas las zonas, y cuando no sea posible se plantearán muestreos de acuerdo a las limitaciones y de acuerdo a las zonas de riesgo ya detectadas

4. Acceso y limpieza de la zona: para una buena inspección es necesario eliminar recubrimientos en suelos, muros y tabiques.

5. Planos o croquis: sobre cada planta se señalan zonas atacadas, se numeran las piezas con problemas y registros realizados.

1. Puntos críticos

La degradación de una madera inicia en su zona más débil: la albura que se encuentra en la parte externa de la sección.



Análisis de estructuras de madera existentes

Por tanto el deterioro es siempre de afuera hacia adentro, y la superficie de mayor riesgo es la testa o cabezal, pues su corte transversal presenta gran porosidad y por tanto gran capacidad de absorción de agua y esta humedad facilita el desarrollo de hongos de pudrición.

Ejemplos típicos:

- Cabezas de vigas en el apoyo dentro del muro
- Cabezas de vigas expuestas a la intemperie
- Ensamble de piezas. Existen rebajes y cajas donde se puede acumular agua e iniciar la pudrición



Análisis de estructuras de madera existentes

Equipo tradicional de exploración

Cuaderno de notas y lápiz
Cinta métrica
Taladro
Linterna o foco portátil
Pinceles y brochas
Higrómetro
Azuela
Xilohigrómetro
Cámara fotográfica
Lupa
Ropa y guantes
Espejos, prismáticos y lentes
Endoscopio
Martillo
Punzón, destornillador y formón



•Extremo inferior de soportes: zonas de arranque de pilares incorporados a la estructura.

2. Zonas de riesgo

Sótanos

En estos es habitual la humedad y filtraciones del piso lo cuál facilita la pudrición y ataques.

Apoyo de vigas y otros elementos en los muros

El caso más característico son las vigas de pisos y techos apoyados en muros de fachadas. Esto se agrava si coincide con huecos de balcones o en cornisas.

Los muros de mampostería tienen alta capacidad de absorción y retención de humedad que después pasa a los cabezales de las vigas.

En los apoyos de vigas de muros interiores es difícil encontrar daños de pudrición. Aquí se verifica el paso de termitas, pero esto puede cambiar con filtraciones de humedad.

En la corona de muros de fachada se presentan problemas similares a los entrepiso.

Análisis de estructuras de madera existentes

Canalizaciones de aguas: baños y cocinas

El paso de instalaciones sanitarias y el de bajantes son lugares en donde no es difícil encontrar daños de pudrición por fugas y condensaciones.

En edificios antiguos las instalaciones de conducción de agua han sido instaladas con posterioridad y en casos de fallo el agua empapa los muros y esta humedad eleva el C.H. de la madera lo suficiente para facilitar el desarrollo de los hongos de pudrición.



Análisis de estructuras de madera existentes

Cubiertas

Aquí se encuentran en general las principales entradas de agua cuando no hay mantenimiento.

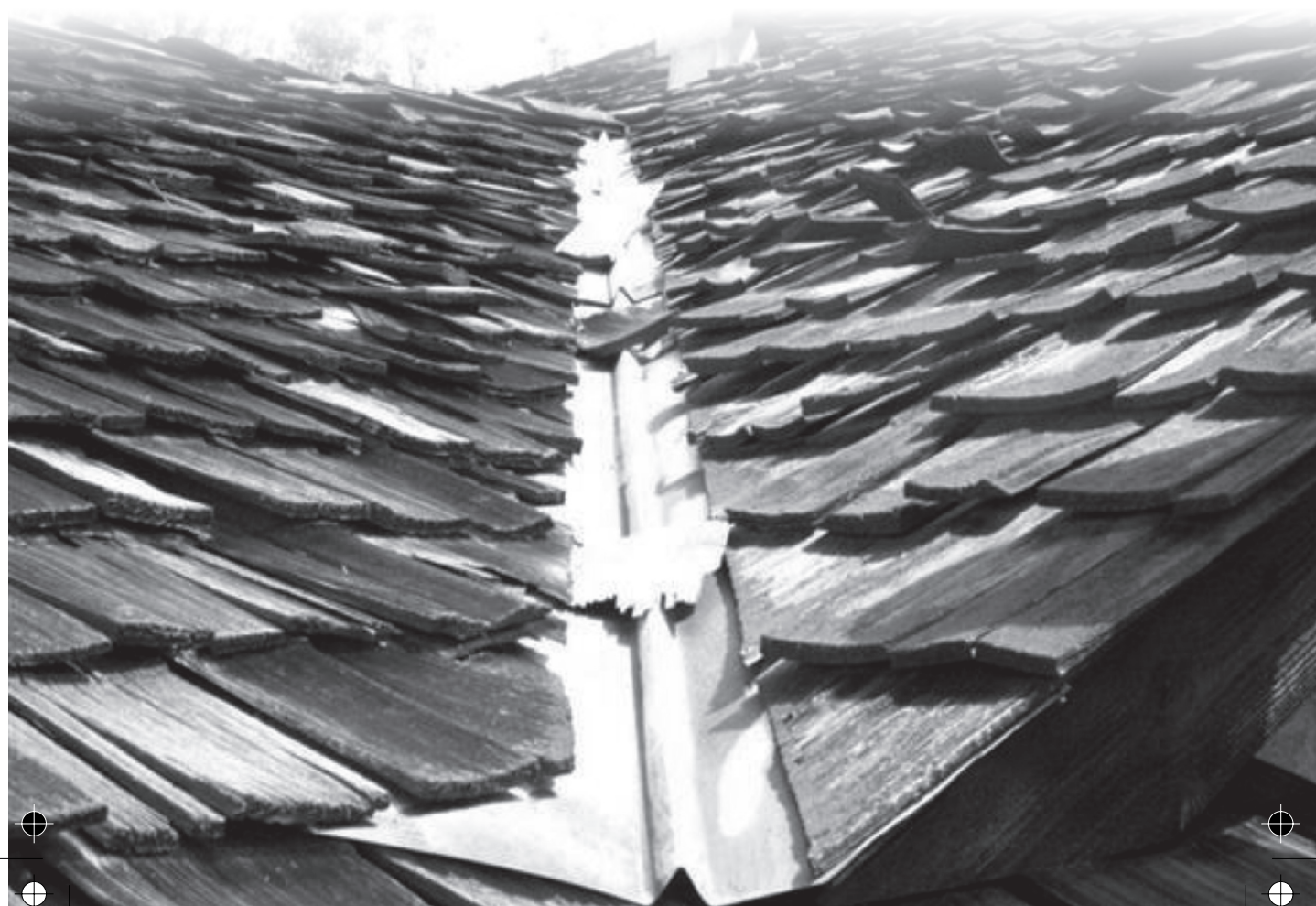
Fallas en la impermeabilización o en remates y pretiles originan esto.

Aquí el uso de espejos, prismáticos o lentes de acercamiento son útiles para revisar los interiores.

Si no hay humedades, igual habrá que revisar si hay ataque de insectos xilófagos, o daños provocados por insectos que ya emigraron.

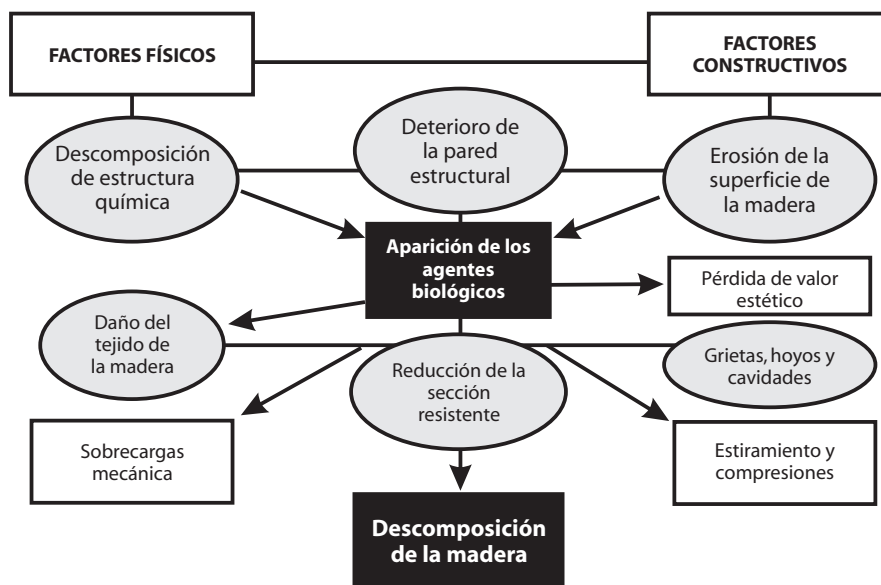
Es imprescindible revisar tejas, la impermeabilización, pretiles laterales y posteriores, canales de desagües, obstrucción de canalizaciones, etc.

La falta de ventilación en cubiertas produce condensación.

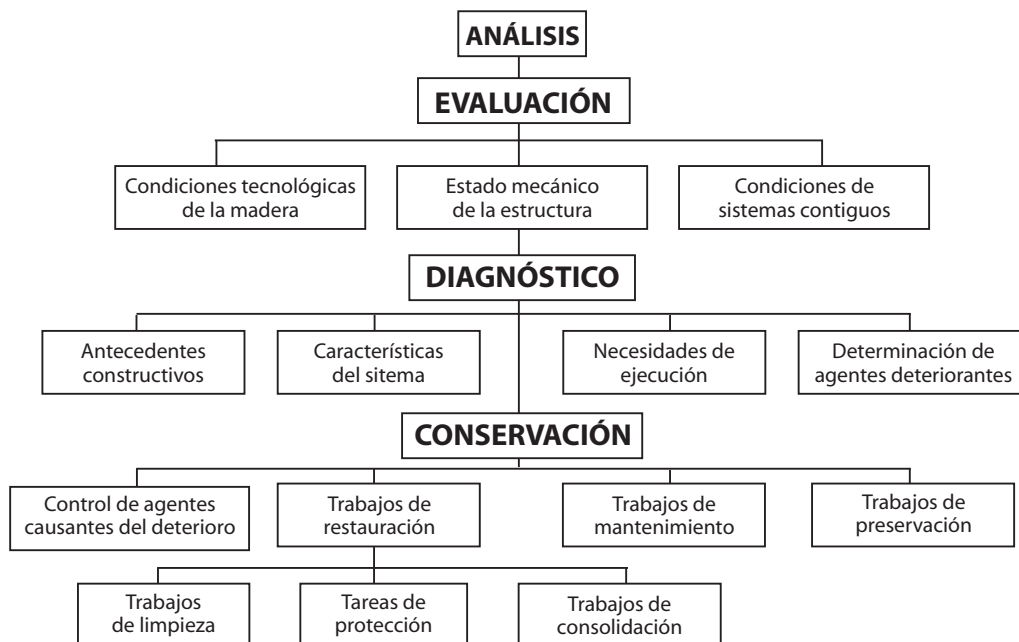


Análisis de estructuras de madera existentes

Esquema de factores



Esquema de Analisis, Evaluación, Diagnóstico, Conservación





- ENGRAMPADORAS
- CLAVADORAS
- ENSAMBLADORAS
- MAQUINAS ESCUADRADORAS
- SIERRAS INGLETADORAS
- PEGADORAS DE CANTO
- PANTOGRAFO PARA ALUMINIO
- ACCESORIOS PARA CUADROS
- EXHAUSTORES
- ADHESIVOS

Representante de las prestigiosas marcas:



la casa de la
ENGRAMPADORA

Wilson Ferreira Aldunate 1171
Tels.: 2900 8488 - 2902 4083

www.lacasadelaengrapadora.com.uy

fanatite
ADHESIVO DE POLIURETANO

