

Anexo F

Terminología

F.1 Introducción

En este anexo se recogen los términos más habituales en la construcción tradicional con madera. La correcta denominación de las piezas que integran la estructura facilita la interpretación de los documentos sobre la patología y peritación de la misma. La finalidad de este anexo es la de servir de ayuda al profesional de la construcción que no esté habituado a los términos de la construcción con madera.

En general, los términos se describen de forma gráfica y corresponden a elementos frecuentes en obras de rehabilitación. No es, por tanto, una descripción exhaustiva de la terminología de la construcción. Los apartados siguientes resumen los tipos estructurales agrupándolos en las siguientes categorías:

Entramados verticales.
Entramados horizontales.
Amaduras de cubierta.
Uniones.

E2 Entramados verticales

Un entramado vertical de madera es un sistema constructivo de muros formados por una armadura de piezas de madera que normalmente se cuaja con fábrica de ladrillo, piedra, adobe o cascotes. En algunos casos el entramado no se rellena, como ocurre con las galerías de fachadas y patios.

Este sistema ha sido utilizado en la construcción tradicional en la mitad norte de España (Castilla, La Rioja, Navarra, País Vasco, Cantabria), así como en el centro de Europa (Suiza, Alemania, Países Bajos) y el mediterráneo (Francia, Grecia, Italia).

La variedad de tipos de entramados es muy amplia y no es posible condensarla en este texto. Sin embargo, si puede hacerse una clasificación general, tal vez poco fundada pero que sirve para la asignación de los términos más comunes; esta clasificación es la siguiente:

Entramados de fachada.

Entramados de soportal.

Entramados de galería.

Además, se incluye una descripción del sistema constructivo de los entramados madrileños tradicionales hasta finales del siglo XIX que tienen características similares que alcanzan alturas de 4 a 6 plantas.

Entramados de fachada:

Los muros de fachada se construyen con una planta baja de muro de fábrica sobre la que se apoya el entramado de las plantas superiores. Este sistema es frecuente en la construcción tradicional con el fin de evitar que la estructura de madera quede cerca del suelo lo que favorece su durabilidad, figura F.1.

Sobre la coronación del muro de la planta baja se dispone una carrera de madera sobre la que descansan las cabezas de las viguetas del forjado. Encima de éstas se coloca otra pieza denominada contracarrera sobre la que nacen los pies derechos de la planta siguiente. La estabilidad del conjunto se consigue mediante el material de relleno o con tomapuntas que triangulan los recuadros en los extremos de la edificación.

En algunos lugares del centro de España existen ejemplos de construcciones en los que el entramado arranca desde la planta baja. En algunas edificaciones de Miranda del Castañar (Salamanca) el entramado arranca del nivel del terreno, con la separación que aportan las basas de piedra bajo los pies derechos, pero queda el cerramiento queda ligeramente retranqueado; de esta forma la madera queda completamente ventilada. En la planta superior el entramado de fachada continua a haces con el entramado inferior.

Entramado de soportal:

El soportal ocupa el espacio correspondiente a la primera crujía del edificio en la planta baja dejando un espacio cubierto de uso público.

El elemento básico de un entramado vertical de madera es el pié derecho; este elemento soporta principalmente cargas axiales. También pueden denominarse pilares o columnas. Normalmente, el término de pilar se aplica más en otros materiales pétreos y el de columna cuando

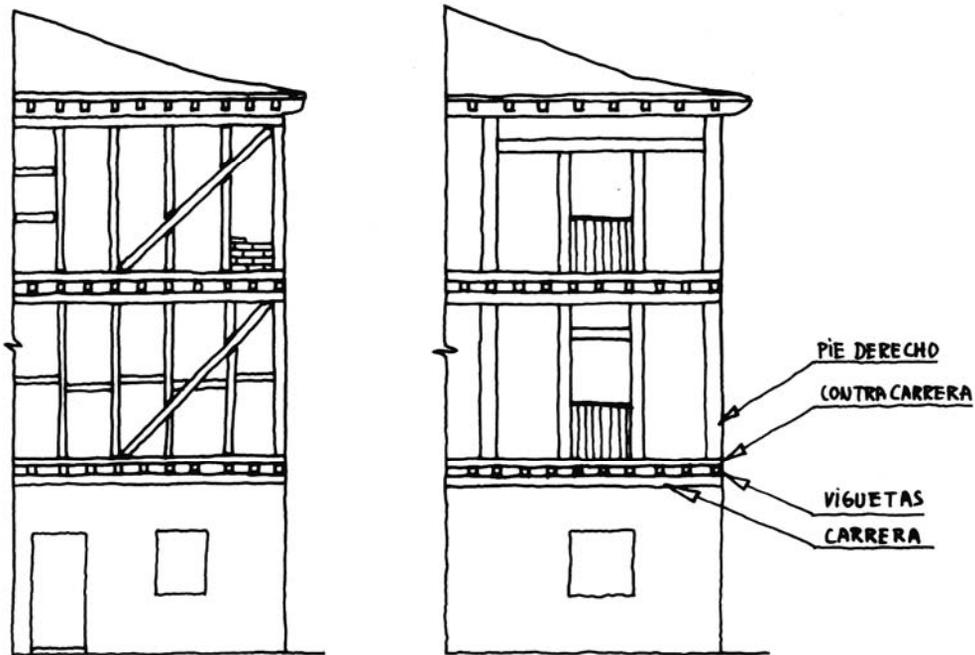


Figura F.1 Entramado de fachada.

su sección transversal es circular. En construcciones de hormigón es frecuente utilizar el término de soportes para referirse a los pilares.

El arranque del suelo se realiza a través de un material impermeable que lo separa de la humedad del suelo y las salpicaduras; este elemento se denomina basa y suele ser de piedra. Suelen tener forma de tronco de pirámide y altura de 20 a 60 cm. Si la basa es de escasa altura o no existe, el ataque de hongos y termitas es más probable.

Encima de los pies derechos descansan las carreras o vigas que son elementos principales y apoyan, por lo general, sobre unas piezas intermedias denominadas zapatas. La función de las zapatas es conseguir un desarrollo mayor de la superficie de apoyo lo que facilita el relevo o empalme de las carreras, así como una transmisión más eficaz de las cargas desde las mismas hasta los pies derechos; además acortan algo la luz de las carreras, figura F.2.

Entramados de galería:

En los patios interiores de muchas edificaciones antiguas la distribución se realiza a través de galerías abiertas, como es el caso típico de los edificios de corrala en Madrid. También las fachadas de algunos edificios presentan soportales en planta baja y galerías en las superiores, figura F.3.

Muchas veces las columnas de la planta baja son de piedra y sobre ellas se apoyan unas zapatas que sirven de base a la carrera. Sobre ella se apoyan las viguetas del forjado sobre las que se dispone una pieza a modo de contracarrera pero de poco canto, en la que nacen los pies derechos de madera de la galería.

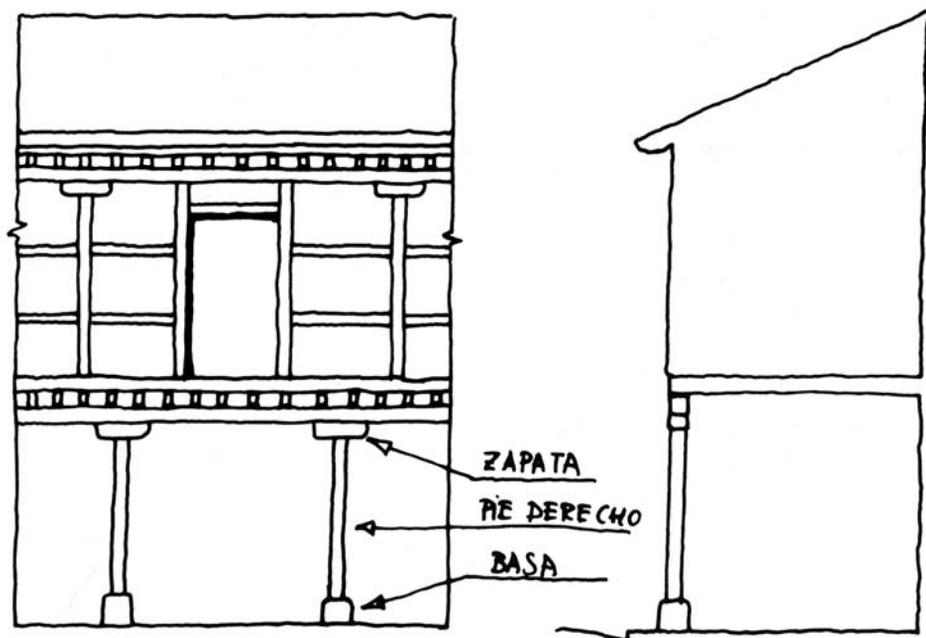


Figura F.2 Entramado de soportal.

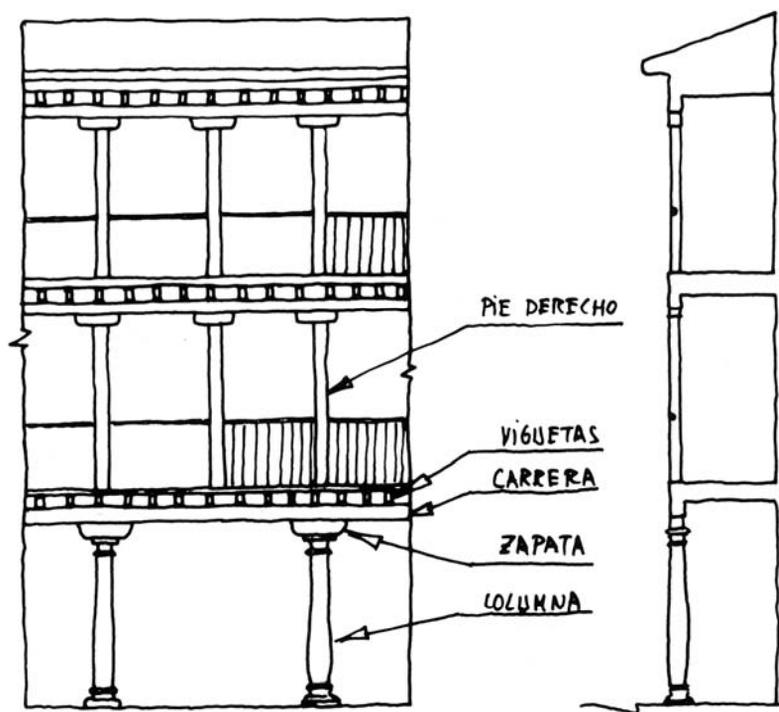


Figura F.3 Entramado de galería.

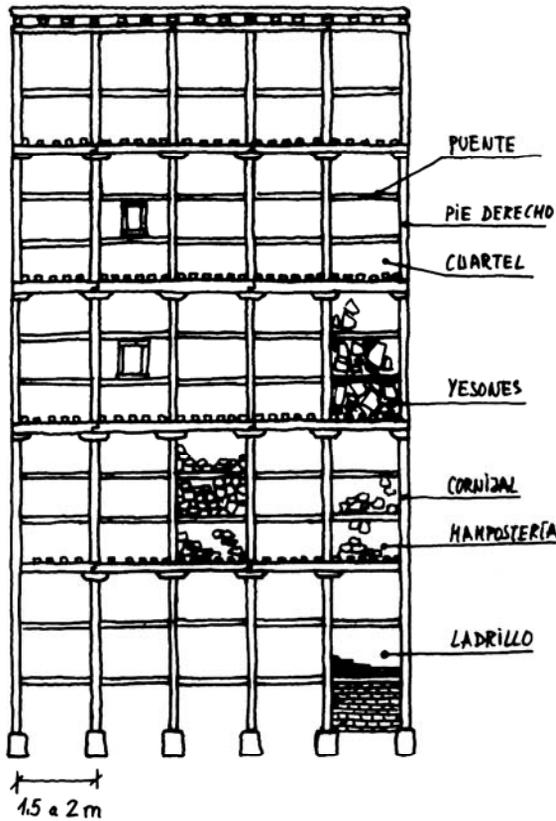


Figura F.4 Entramado mixto de madera y fábrica.

Sistema constructivo de entramados madrileños:

Gran parte de los edificios que se encuentran en el centro de Madrid con antigüedad superior al siglo están contruidos con un sistema de entramado mixto de madera y fábrica. Suelen tener entre 4 y 5 plantas, se destinan a vivienda y se encuentran entre medianerías con la excepción de la fachada; en el interior tienen varios patios de luces y muchas veces los espacios bajo la cubierta están habitados.

El muro de la fachada se construye con fábrica de ladrillo macizo sin incluir piezas de madera, salvo las soleras que reciben las vigas de forjado. El grueso del muros en la planta alta es de 25 cm y por cada dos plantas más se añaden 15 cm. El arranque sobre la planta baja se realiza con frecuencia sobre un zócalo de piedra con espesor ligeramente superior. La cimentación es de fábrica de ladrillo y cuenta con un grueso 15 cm mayor que el del muro de planta baja o el zócalo, (Cañadas, 1997).

Los muros restantes, de medianería e interiores, están contruidos con el sistema de entramado de madera. Los pies derechos arrancan de una basa de piedra en la planta baja; tienen una escuadría que varía entre 14 x 16 a 18 x 20 cm y se disponen a distancias del orden de 1,50 m. Entre los pies se colocan horizontalmente piezas de madera denominadas puentes o travesaños que dividen el paño en tres partes, llamadas cuarteles, figura F.4. Si los forjados cargan sobre el muro las viguetas apoyan sobre las carreras que descansan sobre los pies a través de zapatas.

La rigidización del conjunto se consigue mediante el material de relleno que cuaja los cuarteles (ladrillo, cascotes, yesones, mampostería). En algunos casos se disponen barras diagonales denominadas riostras para aportar estabilidad.

F3 Entramados horizontales

El entramado horizontal está constituido por los forjados. El término forjado define el conjunto de elementos que constituyen la losa de piso. Las viguetas son los elementos principales del forjado y el espacio entre estas piezas se denomina socarrena o entrevigado.

Estos elementos constructivos cumplen varias funciones: la más importante es la estructural, resistiendo las cargas gravitatorias de peso propio y uso, con una deformación admisible; el aislamiento acústico que normalmente se consigue aumentado el peso propio del forjado; y finalmente, suelen tener en algunas ocasiones otra función estructural como la de servir de elemento de atado o arriostamiento a los muros, principalmente los de fachada. Con este fin se emplean los herrajes de anclaje de las cabezas de las vigas a los muros en los apoyos.

Con luces reducidas (de 3 a 4,5 metros) lo más frecuente es que las viguetas descansen apoyando en los muros directamente. Si la luz es mayor se recurre a una disposición en dos órdenes: el primero constituido por las vigas maestras, que apoyan sobre los muros, y el segundo formado por las viguetas que descansan sobre las vigas principales, figura F.5. Esta última solución es característica en las construcciones antiguas en Norte de España en las que las viguetas de menor sección y con una luz muy reducida (del orden de los 2 o 2,5 metros) se denominan pontones.

La solución constructiva de los forjados abarca un gran número de posibilidades en función de la época de construcción y del uso del edificio. En general se pueden clasificar por el modo de resolver el entrevigado en tres grupos: el más sencillo es el de tablero superior, que consiste en un tablero de madera sobre las viguetas y en algún caso con un cielo raso en la cara inferior. El segundo tipo es el de socarrena cuajada, con un peso propio más elevado y mejores prestaciones acústicas y de comportamiento al fuego. Y el tercero es el de doble tablero, disponiendo además del tablero superior que sirve de apoyo al pavimento otro inferior o a media altura para el soporte del material aislante. En la figura F.6 se recogen algunas de estas soluciones.

La más sencilla consiste en la disposición de un entablado (con espesor de 30 a 50 mm), que hace de cerramiento y pavimento, sobre las viguetas distanciadas a unos 400 mm, y bajo éstas se puede colgar un cielo raso de yeso o de madera. Es una opción muy ligera (alrededor de 0,4 kN/m²) pero con muy escaso aislamiento acústico por lo que suele emplearse en edificación

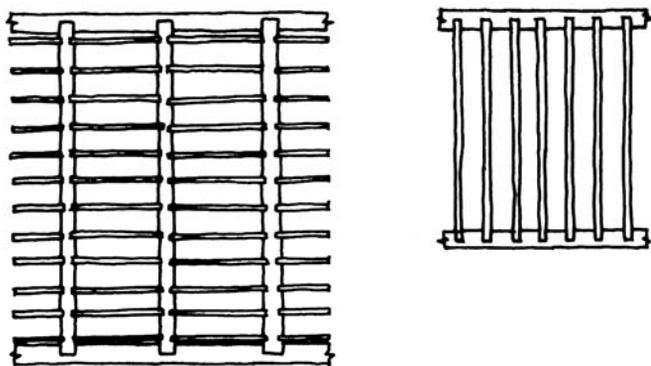


Figura F.5 Disposición de los forjados.

industrial o rural, figura F.6a. Para evitar el paso de luz a través de las juntas se debía utilizar un machiembrado o disponer cubrejuntas en la cara inferior del tablero. Si existe mucha dispersión en las dimensiones de las escuadrías de las viguetas o irregularidades en la superficie que forman las caras superiores de las mismas se recurre a la colocación de unos rastreles transversales a las viguetas (llamados dobleros) que permiten un plano de apoyo más regular para el entablado.

La utilización de los rollizos como viguetas no es muy habitual, pero puede encontrarse en construcciones de carácter rural o agrícola. En algunos casos las piezas tienen escuadrías intermedias entre la sección rectangular y el rollizo, ya que contienen gran cantidad de gemas en las piezas. Si se emplea un mortero de yeso mezclado con paja el resultado de su peso propio no es muy elevado (alrededor de los 1,1 a 1,4 kN/m^2), figura F.6b.

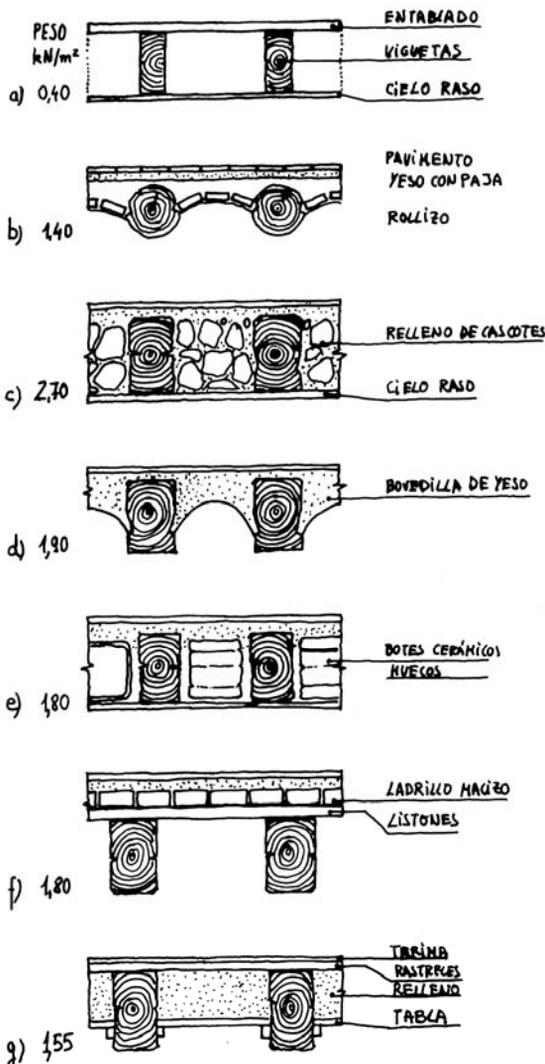


Figura F.6 Algunos tipos de forjados.

El aislamiento acústico y la protección contra el fuego se mejoran en los sistemas de entrevigado cuajado con mezcla de cascotes y yeso. La conexión entre la vigueta y el relleno se garantiza mediante el arrollamiento de la tomiza, la clavazón o las ranuras en las caras verticales de la sección que sirven de asiento y traba al relleno.

Una de las soluciones más frecuentes en las edificaciones urbanas del siglo XIX consiste en viguetas de sección rectangular, con alguna pequeña entalladura en las caras de la viga para facilitar el anclaje del relleno, junto con la tomiza que rodea la pieza. La separación entre ejes de viguetas es muy reducida, normalmente de 350 a 380 mm y este hueco se rellena con un mortero de yeso y cascotes. En la cara inferior se suele disponer un cielo raso de yeso. Su peso propio es muy elevado (de 2,5 a 3 kN/m^2), figura F.6c.

En edificaciones algo más antiguas, del siglo XVIII, se encuentran los forjados con el entrevigado resuelto mediante una bovedilla de mortero de yeso, dejando vista la parte inferior de la vigueta. Su peso propio es algo más ligero (1,8 a 2 kN/m^2), figura F.6d.

Para aligerar las soluciones tradicionales macizadas, del siglo XIX, se recurría a la introducción de botes cerámicos

huecos de forma cilíndrica dentro del hueco entre viguetas. De esta forma el peso propio se reduce a valores del orden de $1,8 \text{ kN/m}^2$, figura F.6e.

Una solución mucho más fácil de ventilar, pero con más canto total, consiste en la disposición de unas piezas de madera denominadas latas, sobre las viguetas y separadas a unos 250 mm sobre las que se apoyan en seco ladrillos macizos sobre los que se dispone un mortero de cal para soporte del solado. Su peso propio puede estar alrededor de $1,8 \text{ kN/m}^2$, figura F.6f.

Finalmente, los forjados de doble tablero permiten un aislamiento acústico sin necesidad del cuajado completo de la socarrena. En este sistema es frecuente que el tablero de soporte del relleno, se sitúe a media altura de la vigueta, independiente del pavimento que puede consistir en un entarimado sobre rastreles. De esta forma el canto total es menor y su peso no es muy elevado ($1,5$ a $1,7 \text{ kN/m}^2$), figura F.6g.

E4 Armaduras de cubierta

La cubierta de un edificio es el conjunto de elementos constructivos cuya misión es la protección y aislamiento del cerramiento superior del edificio. Está formado por varios planos denominados faldones inclinados para dar salida al agua de lluvia. Las líneas de borde de los faldones reciben los nombres siguientes: la línea del alero, normalmente horizontal y paralela al muro de fachada;

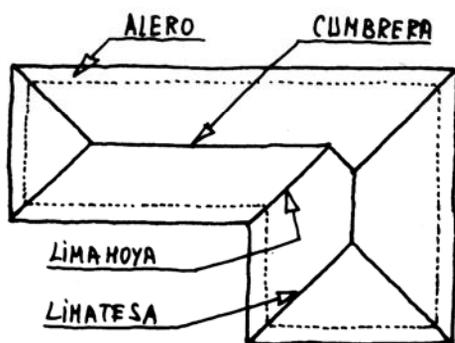


Figura F.7 Definición de las líneas de límite de los faldones.

la cumbreja o línea de intersección con el faldón de la pendiente opuesta; las limas son las líneas de intersección entre faldones adyacentes. Si éstas corresponden a una recogida de aguas se denominan limahoyas y si son divisorias de aguas se denominan limatesas, figura F.7.

En la cubierta se pueden distinguir dos elementos básicos: el primero es la armadura o estructura formado por elementos principales y secundarios, y el segundo es la cobertura o conjunto de elementos constructivos que constituyen la impermeabilización de la cubierta. A continuación se describen los tipos más frecuentes de cubiertas.

Cubierta a la molinera:

Está formado simplemente por correas (piezas horizontales paralelas a la cumbreja) que apoyan sobre los muros a través de un durmiente anclado a la fábrica con nudillos. Las correas se afianzan al durmiente mediante ejiones o cajeados, figura F.8.

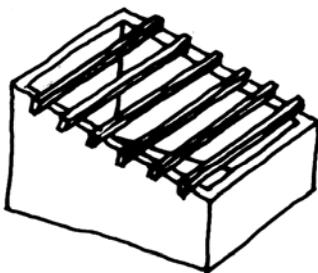


Figura F.8 Cubierta a la molinera.

Cubierta de parecillos:

Este tipo de cubierta es tan simple como el anterior y se forma con piezas inclinadas en la dirección de la pendiente máxima del faldón, denominadas parecillos, o de forma general pares. El apoyo de los parecillos sobre los durmientes se realiza con un plano de apoyo horizontal con el fin de evitar empujes, figura F.9.

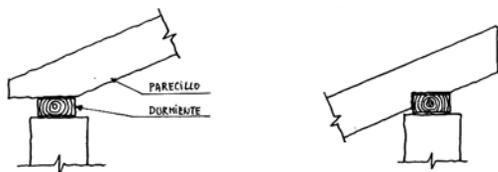
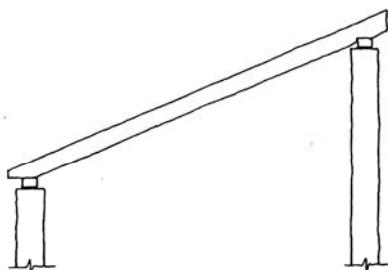
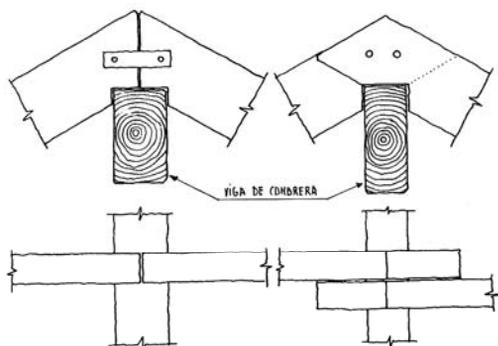
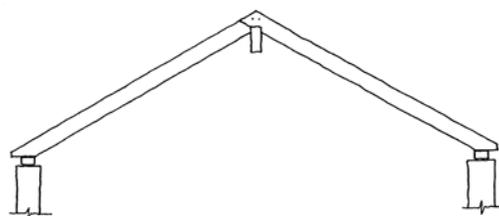


Figura F.9 Cubierta de parecillos.



F.10 Cubierta de parecillos con viga cumbreira.

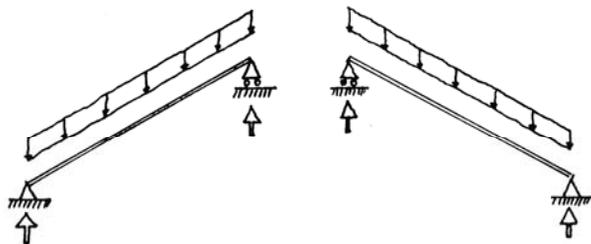


Figura F.11 Cargas que recibe la cumbreira.

Cubierta de parecillos con viga cumbreira (par y picadero):

Consiste en una solución que permite duplicar la luz libre en la cubierta disponiendo una viga en la cumbreira de una cubierta a dos aguas, figura F.10. Los parecillos descansan a través de un corte horizontal sobre la cumbreira de manera que provocan reacciones prácticamente sólo verticales sobre la misma.

La viga queda sometida a una flexión bajo las cargas verticales que recibe de cada faldón, figura F.11. Además, pueden existir pequeñas componentes horizontales que produce el viento que hacen trabajar a la cumbreira en flexión esviada. Sin embargo, dado que el apoyo de los parecillos sobre el durmiente suele fijarse con un clavado o herrajes que los inmovilizan, las componentes horizontales pueden ser neutralizadas por compresiones en los parecillos. La cumbreira puede tener apoyos intermedios o puede ser sustituida por un muro central o un entramado vertical.

Una solución constructiva que duplica la luz libre consiste en disponer unas carreras intermedias en cada faldón de la cubierta, figura F.12, sirviendo de apoyo al punto de encuentro entre los parecillos. Éstos pueden ser continuos o biapoyados produciéndose el relevo sobre las carreras. Estas vigas apoyan en los muros testers al igual que la cumbreira.

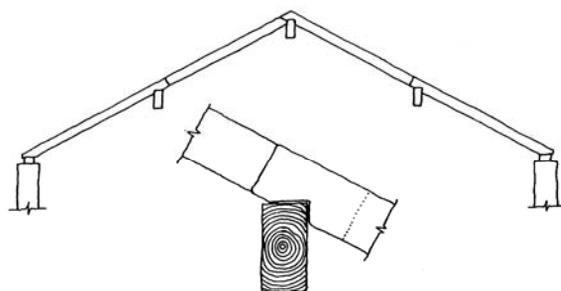


Figura F.12 Carreras intermedias.

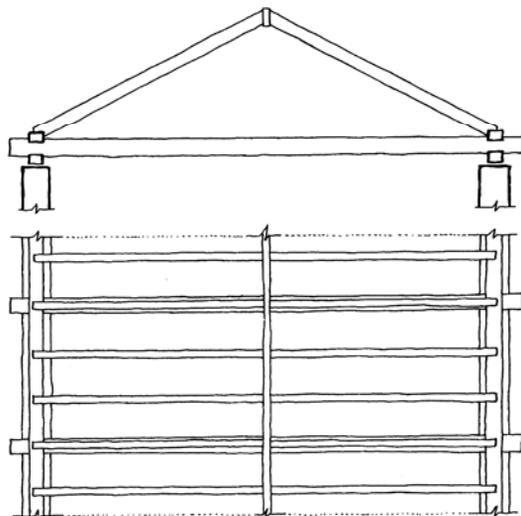


Figura F.13 Cubierta de par e hilera.

Cubierta de par e hilera:

En la forma de par e hilera comienza a incluirse en cierto modo el mecanismo de las estructuras trianguladas o cerchas. Los pares se encuentran en la cumbre a través de una pieza denominada hilera cuya misión es exclusivamente servir de elemento auxiliar para la unión, figura F.13. El empuje horizontal que se produce en los apoyos de los pares sobre el muro se resiste mediante el estribo, figura. Esta pieza trabaja como una viga con flexiones en un plano horizontal y se consigue el equilibrio con los tirantes que enlazan este punto con el del muro opuesto. Los pares se disponen a distancias reducidas, del orden de los 40 a 60 cm, mientras que los tirantes se distancian más, colocando uno por cada 3 o 4 pares.

Los pares se comportan como pórticos triarticulados trabajando a flexión y a compresión, como ocurre en las cerchas, provocando reacciones verticales V y horizontales H , figura F.14. El tirante trabaja a tracción con

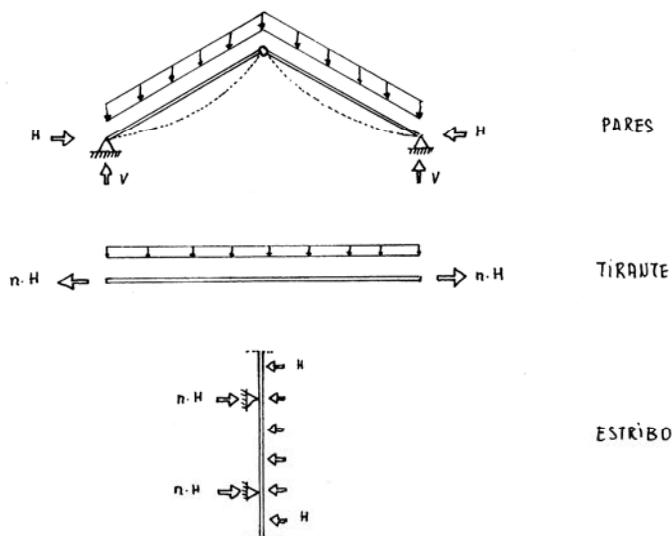


Figura F.14 Modo de trabajo de los pares.

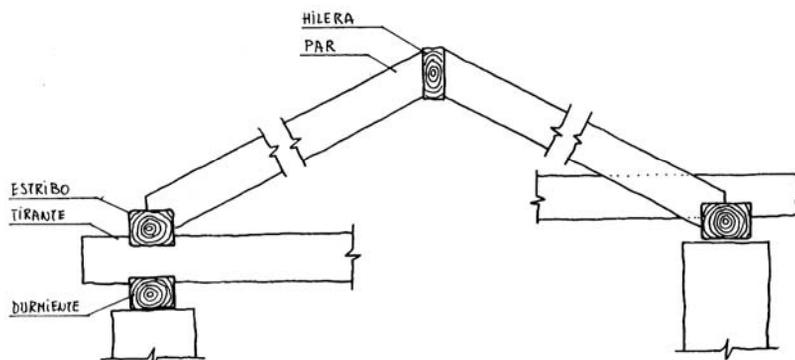


Figura F.15 Soluciones de atirantado al estribo.

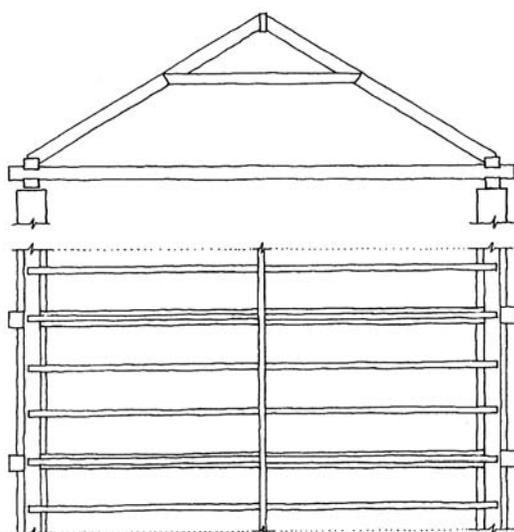


Figura F.16 Armadura de par y nudillo.

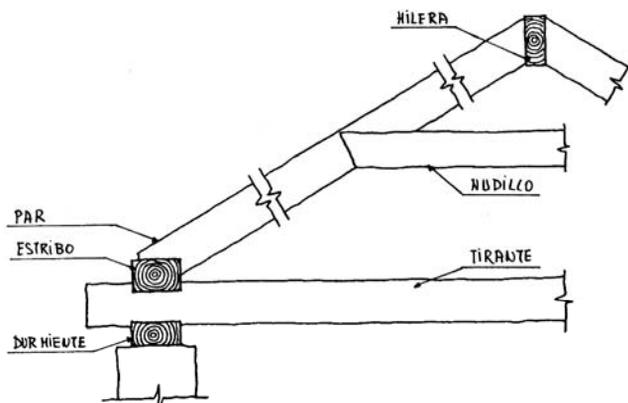


Figura F.17 Organización de la armadura de par y nudillo.

un esfuerzo n veces la componente H de cada forma de pares (siendo n el número de parecillos por cada tirante). Finalmente, el estribo debe resistir las cargas horizontales comportándose como una viga continua apoyada sobre los tirantes. La escuadría del estribo, por esta razón, tiende a tener mayor anchura que altura. Normalmente, el tirante apoya sobre el muro mediante un durmiente cuya misión es únicamente recibir las cargas verticales, figura F.15 izquierda. El tirante dispone de una caja para trabar al estribo con un cogote suficientemente largo para resistir el esfuerzo rasante de corte. En algunas soluciones puede eliminarse una de las piezas haciendo trabajar al durmiente también como estribo, figura F.15 derecha. En este caso el tirante une al estribo desde la cara superior.

Armadura de par y nudillo:

La armadura de par y nudillo es una forma de par e hilera a la que se añade una pieza horizontal que conecta los pares a una altura intermedia y que se denomina nudillo, figura F.16. La organización del resto de la estructura, estribo y tirante, sigue el mismo principio que la de par e hilera, figura F.17. La utilidad del nudillo es la de conseguir un

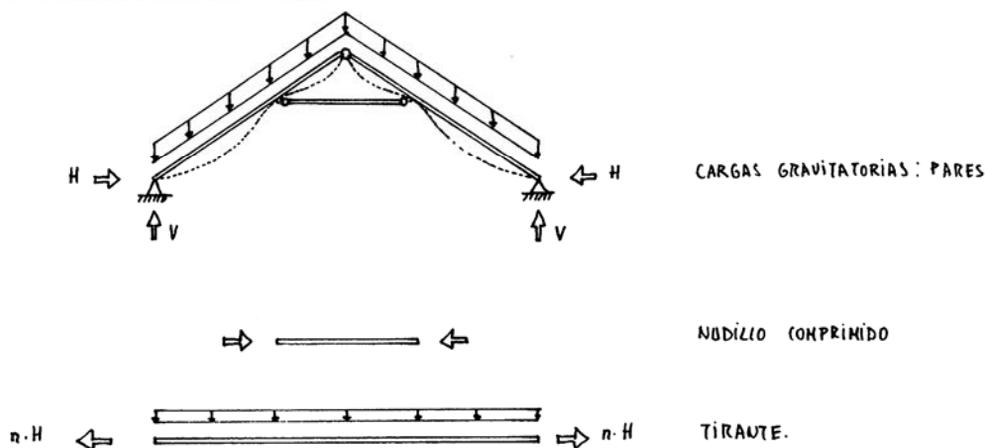


Figura F.18 Efecto del nudillo en la flexión de los pares.

punto de apoyo intermedio en el vano de los pares que permite la reducción de la flexión bajo la acción de las cargas gravitatorias, figura F.18. En estas condiciones de carga el nudillo queda comprimido comportándose como una barra biarticulada. El hecho de que esta pieza tenga una disposición similar a la de un tirante elevado hace que se le denomine algunas veces, falso tirante.

Si se considera la actuación exclusiva del viento con presión en el faldón de barlovento y succión en el de sotavento, la flexión de los pares se realiza prácticamente con todo el vano, es decir, el nudillo se desplaza sin que apenas tenga influencia, figura F.19.

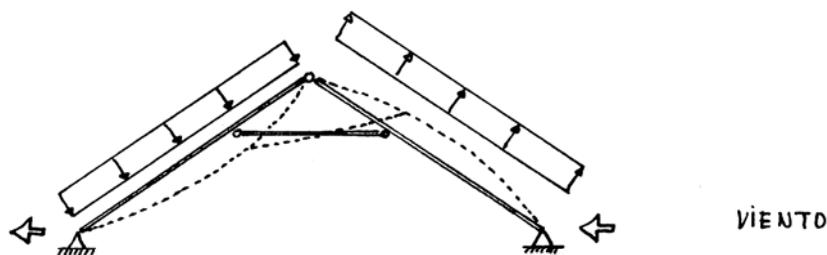
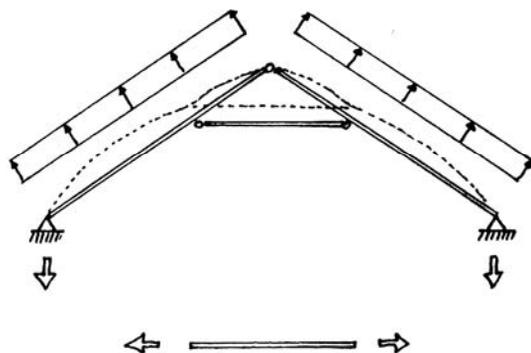


Figura F.19 Deformación de la armadura en caso de viento lateral.

Cuando el viento provoca succión en ambos faldones, figura F.20, y en menor grado con vientos como el de la figura F.19, el esfuerzo axial en el nudillo debido exclusivamente al viento es de tracción. Si la compresión debida a las cargas gravitatorias resulta inferior el nudillo quedará traccionado. Por este motivo el ensamble entre par y nudillo, que se diseña principalmente para transmitir esfuerzos de compresión deberá tener cierta capacidad para transmitir tracciones. La solución tradicional con una caja en el nudillo y rebajes laterales en el par, figura F.21 izquierda, transmite con facilidad la compresión y precisa alguna clavija para transmitir tracciones. El inconveniente que presenta es que reduce la sección del par limitando su capacidad a flexión. Una de las soluciones más simples consiste en doblar el nudillo que encepaa al par y se clava lateralmente, figura F.21 derecha.



VIENTO DOBLE SUCCIÓN

NUDILLO TRACCIONADO

Figura F.20 Efecto del viento paralelo a la cumbrera.

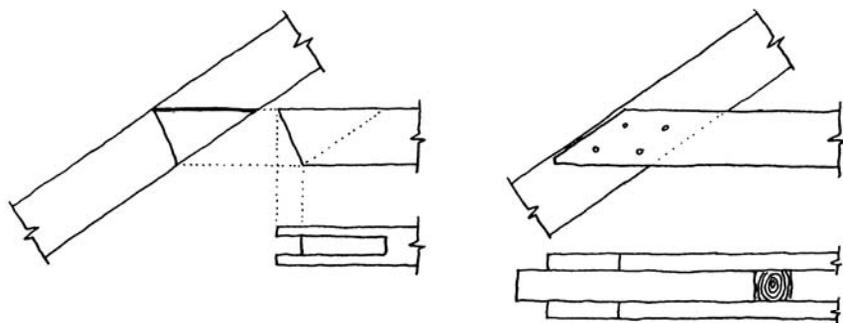


Figura F.21 Ensamblaje del nudillo al par.

Cercha de pares y tirante:

Es la forma más simple de una cercha y se forma con dos pares enfrentados directamente o a veces con una pieza intermedia a modo de hilera o correa de cumbrera y con un tirante que equilibra el empuje de los pares. La diferencia principal con los casos anteriores que presentan un comportamiento mecánico similar, es que la separación entre cerchas es mayor y puede aparecer un segundo orden en la estructura formado por las correas, figura F.22. Normalmente la separación entre las cerchas se encuentra entre un mínimo de 2,2 m y un máximo de unos 4,0 m.

La luz a salvar queda limitada por el largo del tirante a unos 5 m como máximo. El encuentro entre par y tirante se realiza en la construcción tradicional mediante un ensamblaje en forma de barbilla simple o doble como se

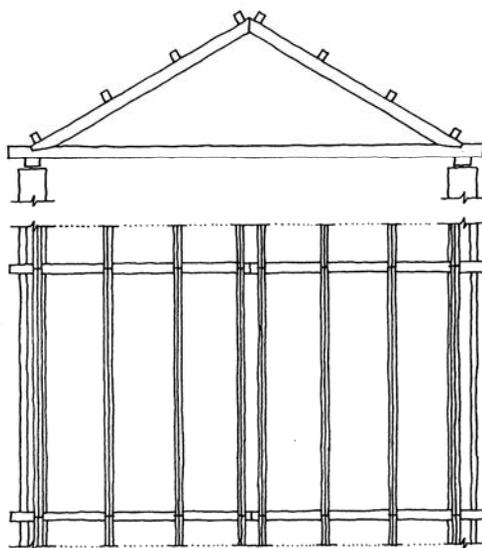


Figura F.22 Cercha de pares y tirante.

indica en la figura F.23, o de otra forma como la caja y espiga. El punto crítico de esta unión se encuentra en el cogote, o extremo del tirante, que debe resistir el esfuerzo axial de tracción del tirante a través de las tensiones tangenciales que se generan en un plano horizontal. La doble barbilla permite un mayor desarrollo de este plano.

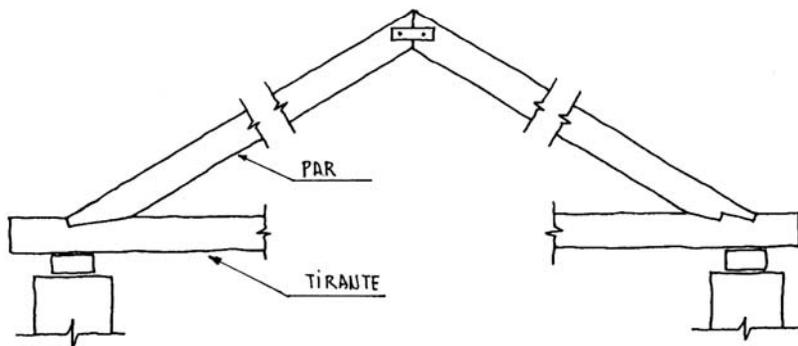


Figura F.23 Ensamble de barbilla entre el par y el tirante.

La pendiente de la cubierta viene condicionada por el material de impermeabilización pero no es recomendable que el ángulo de inclinación del par baje de los 25 o 20 grados, ya que en este caso el encuentro de las piezas se efectúa con mayor dificultad y además aumenta la tracción en el tirante y por tanto la longitud del cogote.

Cercha de pares y pendolón:

Esta forma sólo difiere de la anterior en que se introduce una pieza vertical y centrada, denominada pendolón, que tiene dos funciones básicas: la primera es la de acortar el vano del tirante a la mitad de su luz, figura F.24, lo que permite reducir la flecha que tendría bajo su peso propio o debidas a un posible falso techo; y la segunda es la de facilitar el encuentro de los dos pares en la cumbrera de la cubierta, figura F.25. Este encuentro puede realizarse de varias formas que incluyen rebajes en el pendolón permitiendo la entrada y el acodalamiento de los pares. La luz que puede salvar está por debajo de los 6 o 7 m.

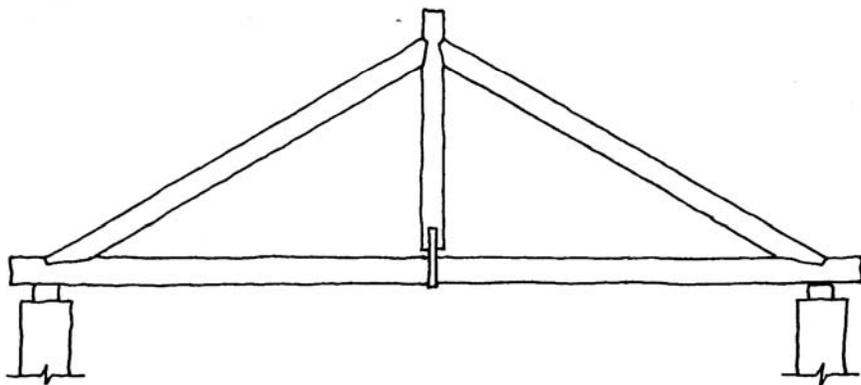


Figura F.24 Cercha de pares y pendolón.

Otra de las ventajas que presenta es la de permitir que el tirante se construya con dos piezas empalmadas en un punto que queda ligeramente desplazado a uno de los lados del punto

medio. Este empalme puede realizarse mediante un rayo de Júpiter, como se indica en la figura F.25, o mediante otro tipo de empalme como el de llave.

Los pares trabajan a compresión y flexión con todo su vano y el tirante a tracción y algo de flexión, figura F.26. La articulación que implica el empalme del tirante, en su caso, puede añadirse gracias al punto intermedio de cuelgue que aporta el pendolón (en otro caso formaría un mecanismo). Debe observarse que el pendolón no apoya sobre el tirante debido a que éste resulta mucho más flexible que lo que puede ceder la cumbrera de la cercha. Normalmente se deja una holgura del orden de 5 a 8 cm entre ambas piezas para evitar el contacto. El cuelgue del tirante se realiza con frecuencia con una brida metálica, que no se fija al mismo para impedir que apoye el pendolón. Cuando en una cercha de este tipo el pendolón ha llegado a tocar al tirante es debido a algún tipo de deslizamiento de las uniones no deseado, que en algunos casos indica una patología.

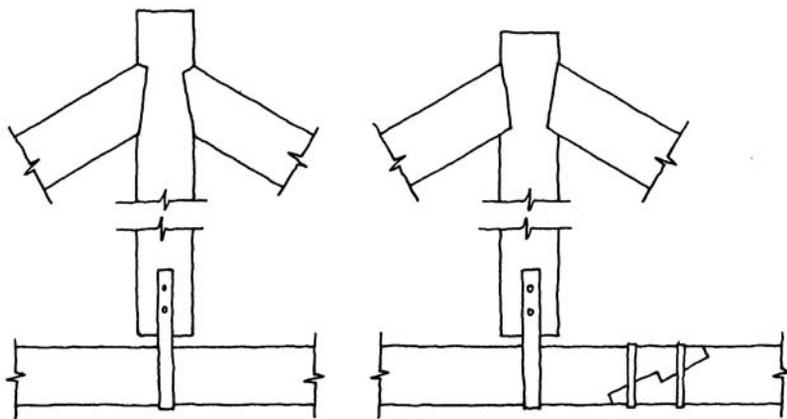


Figura F.25 Encuentro entre pendolón, pares y tirante.

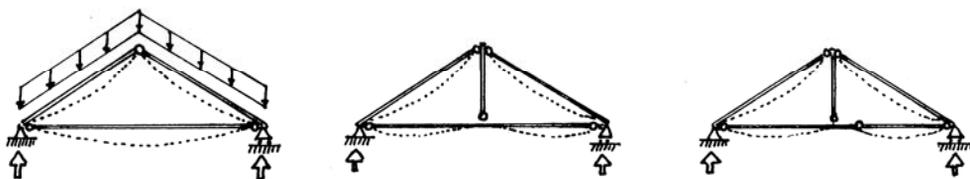


Figura F.26 Esquema de barras y deformadas.

Cercha de pares, pendolón y tornapuntas

En esta forma de cubierta se añaden las tornapuntas cuya misión es acortar el vano de los pares para evitar que queden limitadas por la flexión de su vano, figura F.27. Prácticamente suponen un punto de apoyo intermedio para los pares haciendo que éstos se comporten como si fueran vigas continuas. Las tornapuntas quedan comprimidas como piezas biarticuladas y equilibran sus empujes en el encuentro con el pendolón, figura F.28.

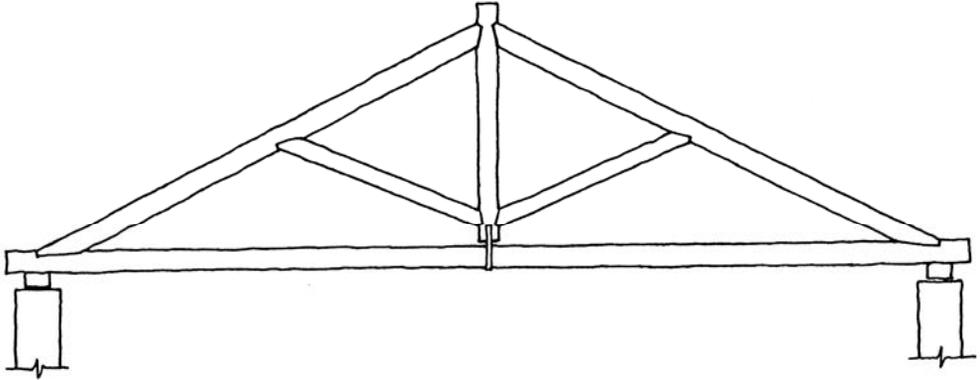


Figura F.27 Cercha de pares, pendolón y tornapuntas.

El modelo de barras que se puede utilizar para su análisis matricial es el definido en la figura F.29, donde se aprecia la deformada como vigas continuas de los pares. Para simular la posibilidad de deslizamiento entre el tirante y la brida de cuelgue del pendolón puede representarse la brida como una barra biarticulada, que se comporta como una biela.

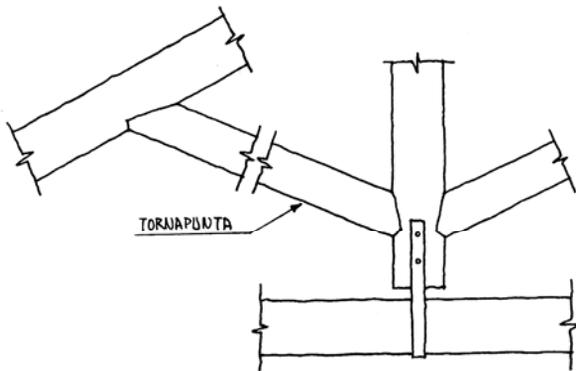


Figura F.28 Encuentro de las tornapuntas con el pendolón y los pares.

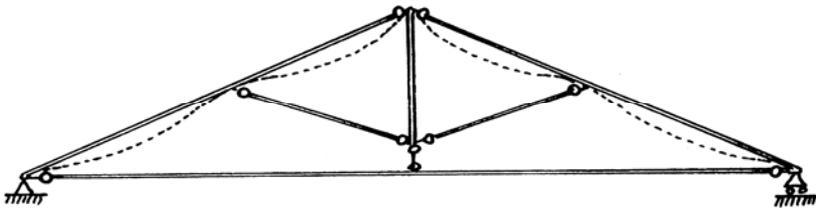


Figura F.29 Modelo de barras y deformadas de los pares.

Con este tipo de cercha se puede salvar una luz de 10 o 12 m. El tirante suele encontrarse formado por dos piezas empalmadas como se ha comentado en el caso anterior. Los puntos críticos de estas armaduras se encuentran en la flexocompresión de los pares, en el cogote del ensamble entre par y tirante y a veces en el empalme del tirante. Generalmente, el pendolón se encuentra a niveles de tensión muy bajos y su zona crítica es el estrechamiento en el encuentro con las tomapuntas y el cogote para resistir el esfuerzo rasante.

Cercha con pendolón y péndolas:

Este tipo de cercha puede alcanzar luces del orden de 16 a 18 m. Con respecto al caso anterior se han añadido dos piezas nuevas verticales en los puntos situados aproximadamente en el cuarto del vano total. Su misión es constituir nuevos puntos de apoyo intermedios para el tirante, evitando la deformación por su peso propio o por cargas de falso techo, figura F.30.

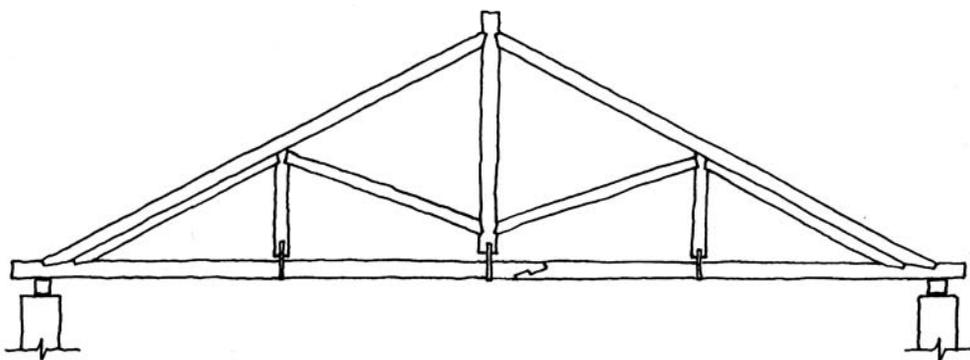


Figura F.30 Cercha con pendolón y péndolas.

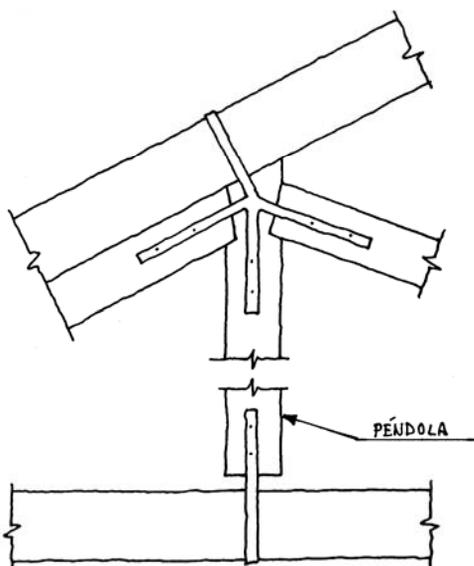


Figura F.31 Encuentro de la péndola y el doblado del par.

Además tiene la función de facilitar el encuentro entre la tomapunta y una pieza de refuerzo del par en su tramo inferior, figura F.31. Normalmente, la mayor luz de estas cerchas provoca esfuerzos de compresión de cierta importancia en los pares que además son mayores según se acerca a los apoyos. De esta manera este tramo queda fácilmente reforzado sin necesidad de recurrir a una escuadría mayor para todo el par.

El análisis de la estructura mediante el cálculo matricial puede realizarse con un modelo de barras parecido al representado en la figura F.32. El doble par puede representarse como dos barras que se conectan con otras barras perpendiculares ficticias que se disponen como bielas a corta separación emulando el efecto del contacto entre ambas piezas. Los apoyos requieren un dispositivo ficticio, como el

E5 Uniones

En la inspección y peritación de una estructura de madera no debe olvidarse el análisis de las uniones. En muchas ocasiones en las estructuras de tipo cercha los puntos más críticos se encuentran en el agotamiento de las uniones. En estructuras antiguas el tipo de unión era el que ahora se denomina tradicional o de carpintería, en la que las piezas se unen mediante cajas, espigas y rebajes. Los elementos metálicos suelen tener una función de aseguramiento transversal de la unión y en algunos casos la resistencia a las sollicitaciones de tracción.

Las uniones pueden clasificarse por la forma de encuentro de las piezas en tres grandes grupos: empalmes cuando las piezas se enlazan por las testas para alargar su longitud; ensambles cuando las piezas se encuentran formando un ángulo y acoplamiento cuando las piezas se unen por sus caras, para aumentar la sección transversal, figura F.34.

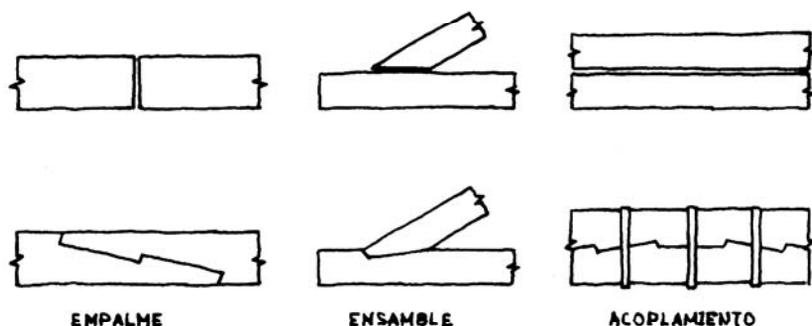


Figura F.34 Empalmes, ensambles y acoplamientos.

F5.1 Ensamblés

Los ensambles más frecuentes en la construcción de estructuras son los de caja, entalladura, caja y espiga y los de quijera.

Ensamblés de caja:

El ensamble de caja consiste en el alojamiento de una pieza dentro de otra mediante un cajeadado que se realiza reduciendo la sección de una de las piezas o a veces de las dos. En encuentro a media madera de dos piezas en dirección perpendicular, figura F.35 es un ejemplo típico. La caja oculta, figura F.36, es un sistema de encuentro tradicional entre una jácena y las viguetas transversales; la sección de la jácena se reduce pero no completamente.

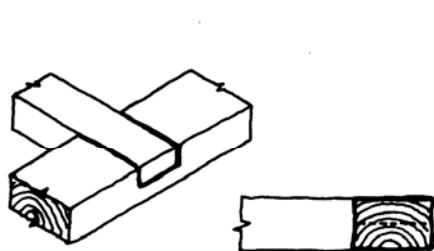


Figura F.35 Ensamble de caja.

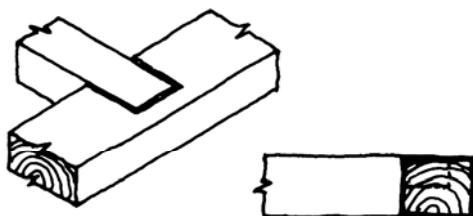


Figura F.36 Ensamble de caja oculta en el apoyo de viguetas en la viga principal.

El ensamble en cola de milano es un ensamble de caja pero con la particularidad de que puede resistir esfuerzos de tracción, figura F.37. En una construcción en pabellón o en general en las esquinas de la construcción donde se encuentran dos estribos en dirección perpendicular el empuje de los pares y de la lima tiende a separar los estribos; para contrarrestar este efecto se dispone una pieza denominada cuadrado que forma un triángulo en la esquina atando ambos estribos, figura F.38. El cuadrado se une con un ensamble en ángulo en los estribos y algunas veces se traba con otra pieza denominada vela o aguillón que se dispone según la bisectriz del encuentro. Esta pieza se ensambla con el cuadrado mediante una caja y con los durmientes mediante una cola de milano tuerta a media madera. Ambas piezas, cuadrado y aguillón trabajan a tracción evitando que el nudo se desarme.

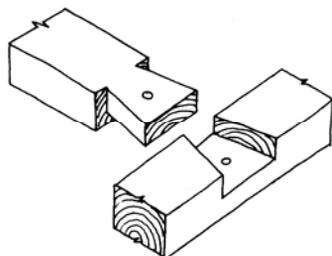
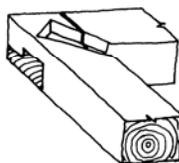


Figura F.37 Ensamble en cola de milano.

Ensamblajes de entalladura:

Los ensamblajes de entalladura se realizan mediante cajeados de menor profundidad, que suelen estar entre $1/4$ y $1/6$ de la altura de la sección. Un ejemplo característico de este tipo de unión se encuentra en el apoyo de los parecillos sobre la correa, realiza- dos mediante un corte en barbilla en el parecillo, logrando un plano de descanso horizontal, figura F.39. Esta barbilla se denomina pasante. Algunas veces se reduce la sección de la correa o ambas, como se describe en la misma figura; en

ENSAMBLE EN ÁNGULO DE ESTRIBOS



EXTREMO DEL AGUILLÓN

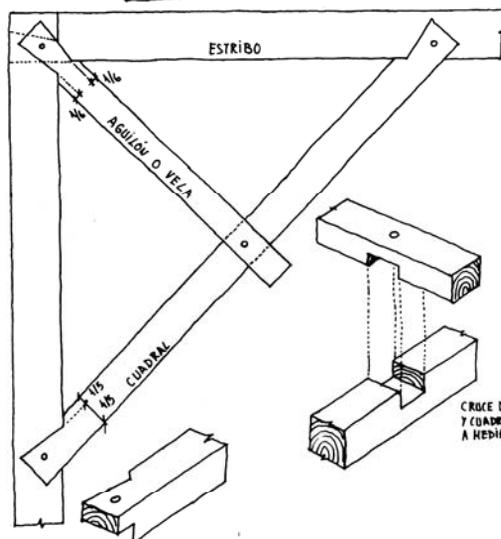


Figura F.38 Organización del atado de una esquina de estribos mediante el cuadrado.

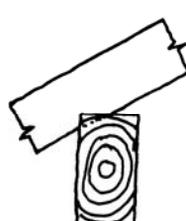
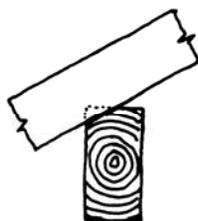
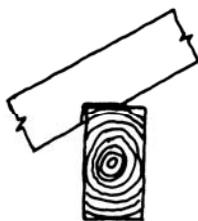


Figura F.39 Apoyo de los parecillos sobre una correa.

estos casos, el plano inclinado de apoyo provoca que la reacción sobre la correa sea oblicua.

El encuentro de los pares sobre el estribo, por ejemplo en las formas de par y nudillo, se realiza con un ensamble en barbilla a tope, figura F.40. Este corte es capaz de transmitir el empuje horizontal, además de la componente vertical.

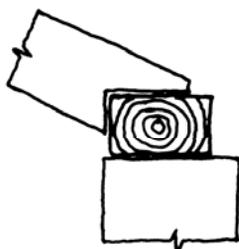


Figura F.40 Ensamblaje en barbilla simple y en barbilla con caja y espiga.

En las cerchas el nudo de encuentro entre el par y el tirante se realiza normalmente con un ensamble en barbilla simple, como se indica en la figura F.41 (arriba). El punto crítico de este ensamble es la longitud del cogote; éste es la parte que queda del tirante después de terminarse el par y su misión es la transmisión de la componente horizontal del par al tirante. Esta transmisión se realiza a través de tensiones tangenciales de cortadura en el plano horizontal del cogote. Esta dimensión debe calcularse adecuadamente y normalmente se recomienda un valor mínimo de 200 mm. La profundidad de la barbilla suele estar alrededor de 1/5 de la altura de la sección del tirante. Cuando esta dimensión es más reducida puede deberse a la existencia de una caja y espiga interiores, como se indica en la figura F.41 (centro y derecha). Esta es una solución mixta entre barbilla y caja y espiga. Presenta el inconveniente de reducir algo más la sección del tirante y principalmente la mayor dificultad de ejecución.

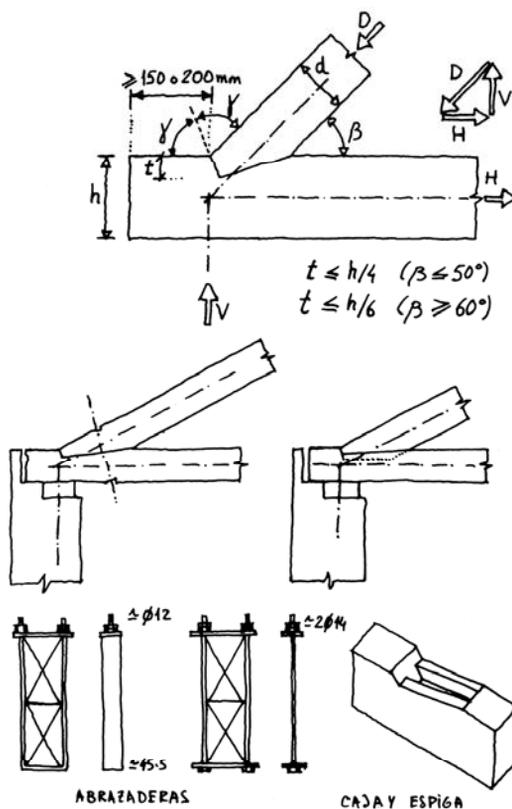


Figura F.41 Encuentro en barbilla a tope entre par y estribo.

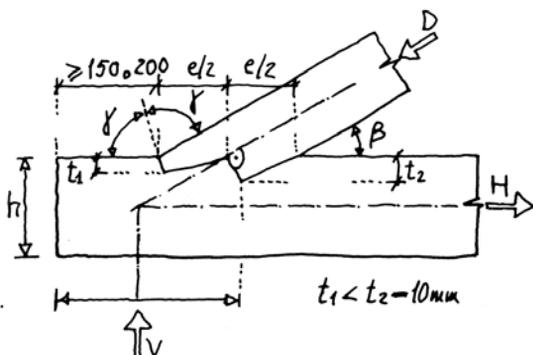


Figura F.42 Ensamblaje en barbilla doble.

Para afianzar la unión se pueden emplear varios sistemas: bridas exteriores, perno interior y chapas exteriores con tirafondos.

Con el fin de aumentar la superficie de trabajo del cogote para resistir el esfuerzo horizontal a veces se recurre a la solución de doble barbilla, como se indica en la figura F.42. El plano horizontal de ambas barbillas difiere en 10 o 15 mm

para conseguir una mayor colaboración de la pieza. La ejecución debe ser más cuidadosa para garantizar su eficacia.

El encuentro entre los pares y el pendolón de una cercha también se resuelve mediante un ensamble en barbilla con un comportamiento análogo al encuentro anterior, figura F.43. La longitud del cogote es también un punto a comprobar, aunque como el ángulo de incidencia de los pares respecto al pendolón es más elevado que en el par-tirante, tiene menor relevancia.

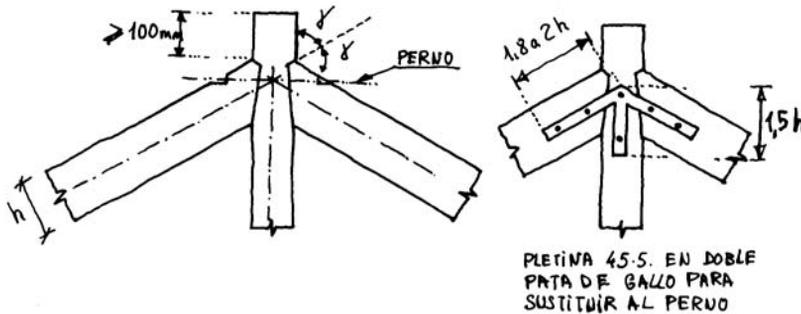


Figura F.43 Encuentro entre pares y pendolón en una cercha.

Ensamblajes de caja y espiga:

El ensamble de caja y espiga es utilizado para la unión de un pie derecho sobre la solera, con el fin de evitar un desplazamiento transversal, aunque la capacidad resistente de la espiga es reducida, figura F.44. En las construcciones de grandes escuadrías de sistemas adintelados se utiliza este ensamble para la unión de la viga a un pilar pasante, figura F.45. Su capacidad de transmisión de cargas es limitada y muchas veces se emplea para unir piezas de menor responsabilidad estructural.

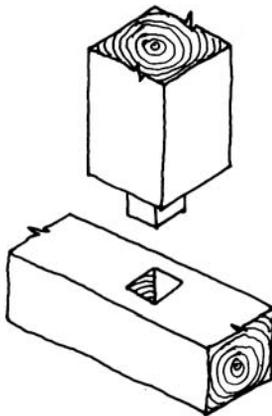


Figura F.44 Ensamble de caja y espiga en el apoyo de un pilar sobre la solera.

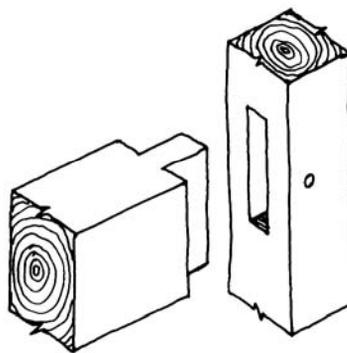


Figura F.45 Ensamble de caja y espiga en el apoyo de una viga sobre un pilar pasante.

Ensamble de quijera:

En este ensamble la testa de una de las piezas se trabaja en forma de horquilla (quijera) para que abrace a la otra pieza. Una aplicación típica es el encuentro entre el nudillo y el par, figura F.46. Los extremos del nudillo o comezuelos tienen un grueso de $1/5$ de la anchura de la sección del nudillo y se encajan en rebajes efectuados en las caras del par.

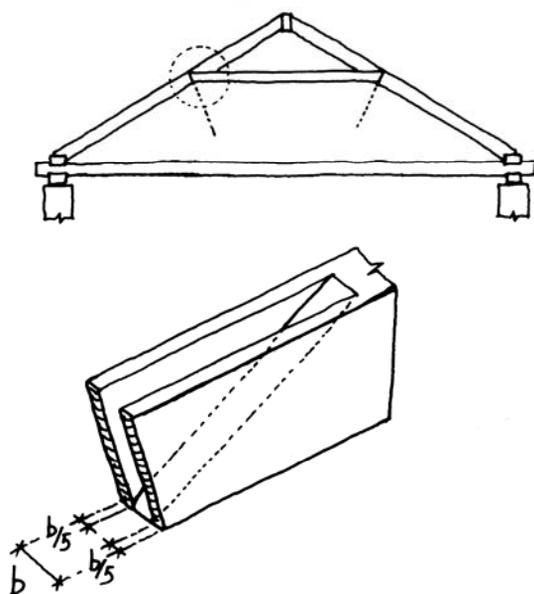


Figura F.46 Ensamble de quijera en el encuentro del par y nudillo

profundidad variable entre medio canto y un canto; el empalme en pico de flauta se realizaba con un solape de 3 veces el canto y se reforzaban con al menos dos pernos, figura F.47.

Empalmes de vigas:

En las vigas el empalme queda reducido normalmente a las zonas de apoyo, ya que es muy difícil conseguir la continuidad en flexión. El más sencillo es el encuentro a tope, pero cuando se tiene escasez de longitud de apoyo se suele recurrir al encuentro en corte oblicuo, a media madera o en pico de flauta, figura F.48. En estos empalmes no es necesario ni conveniente el anclaje de las piezas en la parte superior para no impedir el giro libre de la sección extrema

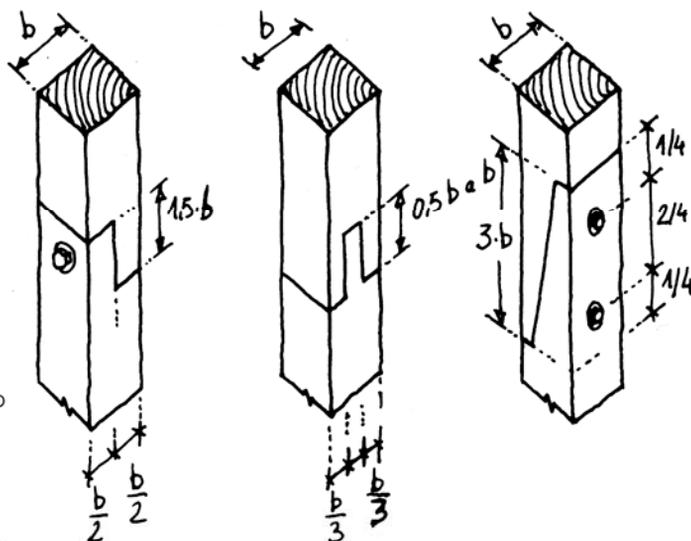


Figura F.47 Empalme de pilares a media madera, quijera y pico de flauta.

F.5.2 Empalmes

El empalme tiene por objetivo conseguir piezas de mayor longitud que la que puede obtenerse del árbol. El empalme de piezas sometidas a esfuerzos axiales es, normalmente, capaz de transmitir los esfuerzos, con más facilidad en compresión que en tracción. Sin embargo los empalmes en piezas sometidas a flexión, normalmente sólo son de continuidad geométrica pero no suelen ser capaces (ni se proyectan con este fin) de transmitir los momentos flectores.

Empalmes de pilares:

El empalme más simple es el empalme a tope que requiere afianzarlo con elementos metálicos como grapas, bridas o pletinas. Los empalmes a media madera solían hacerse con un solape de 1,5 veces el canto o diámetro de la sección; el empalme de quijera formaba una horquilla en el extremo de la pieza de

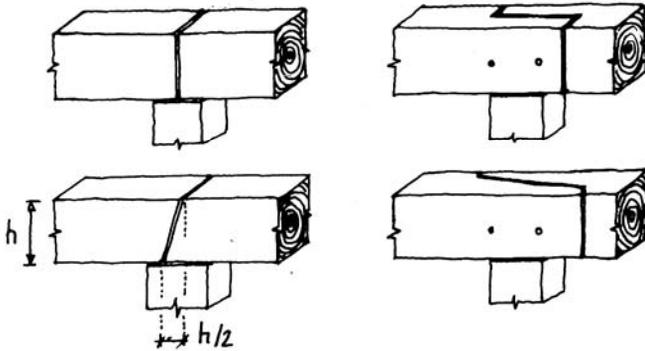
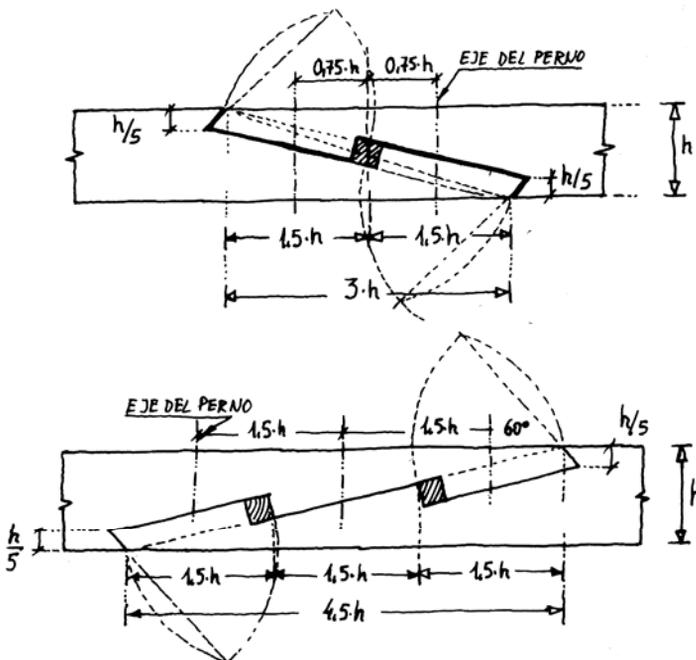


Figura F.48 Empalme de vigas a tope, a corte oblicuo, a media madera y en pico de flauta.

de las vigas y sólo suelen llevar alguna clavija en la zona central de la sección para permitir cierta capacidad de transmisión de esfuerzos axiales.

Empalmes de tirantes:

El empalme más tradicional para la transmisión del esfuerzo axial de tracción es el empalme en Rayo de Júpiter, figura F.49. El esfuerzo de tracción se transmite de una pieza a la otra a través del pequeño rediente que traba ambas piezas. Es fácil, comprender que la capacidad de transmisión de fuerza de esta pequeña cuña (que debe trabajar a cortadura) es muy reducida comparada con la capacidad portante de la pieza. En un empalme sencillo el índice de agotamiento de la sección del tirante queda limitado a un 10 o 15 % por efecto de la unión. El empalme doble es algo más eficaz al contar con dos redientes, pero requiere una longitud mayor.



Para garantizar que exista contacto entre ambas piezas se introducen unos tacos o cuñas que permiten el ajuste del empalme. Para aportar solidez al empalme se disponen pernos que cosen ambas piezas. Es frecuente encontrar casos en los que se ha producido el fallo por cortadura de los redientes del empalme y que el esfuerzo se transmite a través de pletinas que se colocan en las caras superior e inferior atravesadas por pernos.

Figura F.49 Empalme de tirante en Rayo de Júpiter sencillo y doble.

El empalme de llave es una solución de más fácil ejecución y en principio de mayor eficacia que el Rayo de Júpiter. Consiste en la realización de un rebaje en ambas piezas de forma que encajen como un rediente que puede ajustarse con una llave de madera dura, figura F. 50.

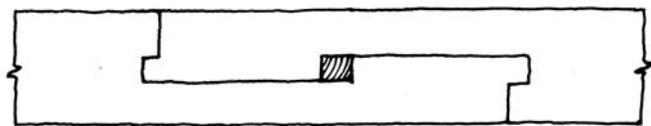


Figura F.50 Empalme de tirante de llave.

E.5.3 Acoplamiento

El acoplamiento consiste en la unión de dos o más piezas por sus caras para obtener una pieza de mayor sección. Generalmente se empleaba este sistema de unión para conseguir vigas de cierta luz con una sección que no era posible obtener por aserrado del árbol. La sección compuesta así obtenida, a efectos de cálculo no tiene el momento de inercia que teóricamente alcanza, ya que el ajuste nunca puede ser perfecto y es inevitable que exista un deslizamiento entre ambas piezas.

Las soluciones más frecuentes son las de redientes, cremallera y llaves, figura F.51. En todas ellas los pernos tienen como misión simplemente mantener las piezas juntas, mientras que los redientes, tacos y llaves permiten la transmisión de los esfuerzos rasantes. La llave suele ser de

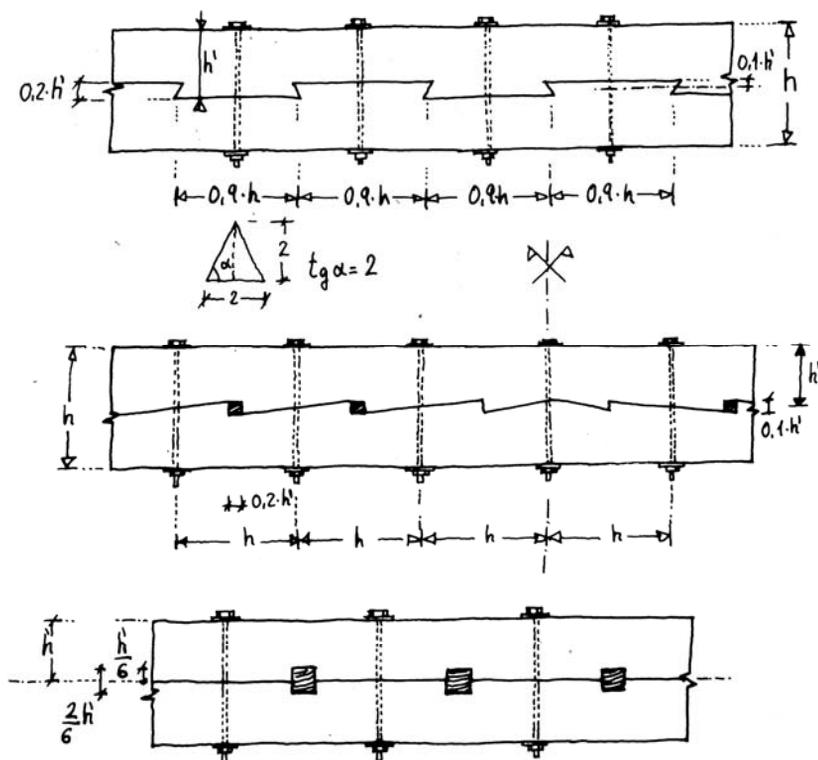


Figura F.51 Acoplamiento por redientes, cremallera y mediante tacos o llaves

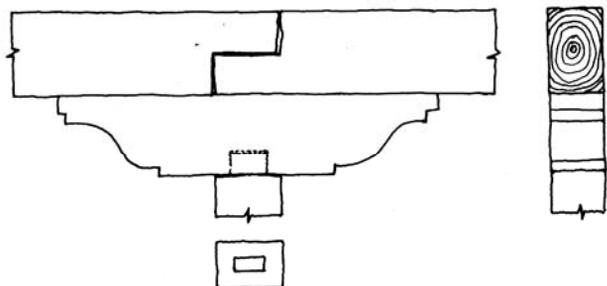


Figura F.52 Apoyo de viga sobre pilar con zapata.

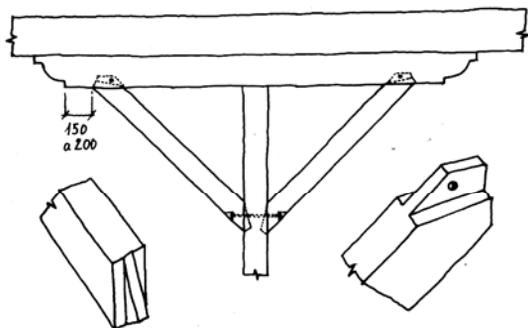


Figura F.53 Apoyo de viga sobre pilar con zapata y tornapuntas.

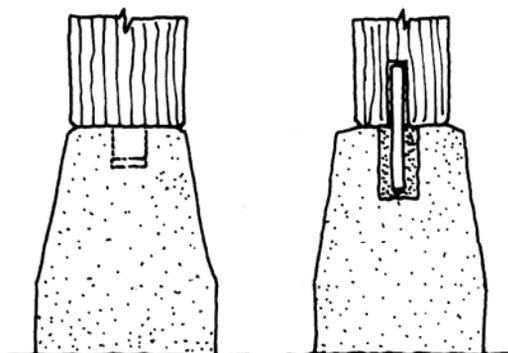


Figura F.54 Apoyo de pilar sobre basa de piedra

madera de frondosa y dura, y generalmente se hacen con dos cuñas opuestas que se dejan sobresalientes para poder volver a apretarlas.

F.5.4 Uniones en los extremos de los pilares

El encuentro entre el pie derecho o pilar con las vigas de la planta superior se resuelve en muchos casos con una pieza intermedia denominada zapata, cuya misión principal es facilitar el empalme de las vigas en el apoyo, figura F.52. Además, tiene un efecto favorable en las vigas ya que disminuye la deformación de las piezas.

Para disminuir de manera más importante, la flexión de las vigas se plantea la solución de la zapata apuntalada con tornapuntas, figura F.53. Esta disposición tiene, además, la ventaja de aportar rigidez al pórtico en su plano.

El arranque de los pilares en la planta baja se realiza a través de una basa de piedra con una altura suficiente para evitar las salpicaduras del agua de lluvia y el fácil acceso de las termitas desde el terreno. El pilar transmite su carga axial directamente por contacto con la piedra; para afianzar el pilar frente a posibles pequeñas cargas laterales se suelen disponer espigas que se introducen en la piedra o barras metálicas recibidas con plomo o resinas, figura F.54.

E6 Términos de carpintería de armar

En este apartado se recogen los términos habituales en la carpintería de armar extraídos de algunos diccionarios de la construcción o de la carpintería. En negrita aparecen los términos y significados más antiguos (Rejón de Silva, 1788) y en cursiva los procedentes de diccionarios más recientes (Serra, 1997).

Acebolladura: Defecto de la madera en el que se separan capas contiguas según los anillos de crecimiento.

Acoplamiento: Yuxtaposición de dos piezas para conseguir una mayor sección transversal o escuadría.

Aguilón: El aguila entallada en madera que solían poner antiguamente en el hueco que dejan los dos primeros canecillos de dos aleros de tejado que se encuentran en ángulo saliente; hoy suelen poner un canecillo diagonal o dos oblicuos para llenar aquel hueco, y se llama también Aguilón.

Aguilón: Madero colocado en la bisectriz de un ángulo de los muros de una edificación, apoyado en el mismo ángulo y en el cuadril.

Albura: Zona de color más claro en la madera de un tronco intermedia entre la corteza y el duramen.

Alero: La parte del tejado que sale fuera de la pared para arrojar las aguas.

Alero corrido: El que vuela con la misma dirección que traen los pares en el cartabón de la armadura.

Alero de mesilla: El que vuela horizontalmente haciendo cornisa.

Alfajia: Maderos de techo que se cruzan con las vigas.

Alfarja: Viga de madera con determinadas dimensiones, aproximadamente 14x10 cm de sección y largo variable.

Alfargia: (o alfangia) Madero de cinco dedos de canto y siete de tabla. Su largo es de 9 o 12 pies.

Alicer: Tabla puesta de canto con que se cubre el hueco circunscrito por la solera, los tirantes y el almarbate en los techos de alfarje.

Almarbate: Madero cuadrado del alfarje que sirve de base a los paños de una armadura, o que une los pares o albardas.

Andamio: Armazón de madera que se pone providencialmente sobre pies derechos, o de otra manera, para poder trabajar en las partes altas de un edificio.

Apeo: Llámase así a toda obra que se hace por lo regular de maderas, para sostener y evitar la ruina de un edificio movido, y también para su reparación. En estas tienen uso las sopandas,

pies derechos, puntales o tronapuntas, riostras, codales y asnillos.

Armadura: La armazón y trabazón de maderos y tablonos para la formación del tejado y cubierta de un edificio. Se distinguen las armaduras por su pendiente, llamándose cartabón de a 4, 6, 7, 8, 9, 10, según el ángulo que forma su declivio con la horizontal: o según su trabazón como explican los términos siguientes.

Armadura: Estructura plana, generalmente metálica, de madera o de hormigón, en la que se apoyan las correas y resto de material de protección de una cubierta.

Armadura mansarda: Lo mismo que Armadura quebrantada.

Armadura molinera: Aquella cuyos pares cargan sobre las paredes con dirección perpendicular, y sobre ellos se ponen los ramajes, zarzos, cañas o tablas paralelas a las paredes. Siempre es de una agua o pendiente sola.

Armadura parilera: Es de dos aguas, y se forma sobre solera, tirantes y estribos: los pares apoyan en éstos por sus coces en el corte de patilla, y por sus testas en la hilera, que sostienen recíprocamente. Se cubre con ramas o tablas con dirección paralela a su apoyo.

Armadura quebrantada: La que tiene tres caballetes o lomos y cuatro vertientes, o la que forma en cada vertiente un ángulo o lomo.

Armadura de paripicadero: Es la misma que la molinera, solo que los pares se sientan sobre soleras y carreras, con los cortes de picadero y embarbillado o patilla.

Armadura de pendolón: Es de dos aguas; y sus pares apoyándose oblicuamente con varios cortes de patilla y barbilla, y despalmado en los extremos del tirante, elevan sus testas a sostener el pendolón con el corte despalmado y barbilla. Una armazón así dispuesta se llama Forma; estas formas se hacen de uno o más pendolones y con dobles pares se colocan a distancias proporcionadas para cargar sobre ellas las vigas que han de sufrir el entablado del cubierto: se usan en los grandes vanos de los templos, teatros, etc.

Armadura de tijera: Aquella cuyos pares se enlazan en su extremo superior a media madera cruzándose, y se apoyan en el ambarbillado o patilla sobre los estribos y tirantes con alguna distancia. Sobre los pares se colocan las viguetillas paralelas a las paredes, y encima las tablas con dirección opuesta.

Armila: Un enlace de las maderas con dos espigas.

Arrocabe: Maderamen colocado sobre los muros de carga de un edificio para arriostarlos entre sí y con la armadura que ha de sostener. Durmiente a modo de cadena de atado.

Artesón: Lo mismo que casetón.

Artesón: Entrepañó poligonal rehundido de un techo o intradós de una bóveda. Artesonado. Casetón.

Artesonado: El conjunto de artesones o casetones con rosetas, que se pone en el soffito de

una cornisa, o en un techo, bóveda, etc.

Artesonado: Techo formado por artesones. ■

Atarugar: En carpintería, asegurar un ensamblado, por medio de tarugos o de cuñas.

Ataujerado: Aquella armadura cuyas piezas están fuertemente sujetas con clavos.

Aseres: Lo mismo que tirantes.

Asnillos: Véase Borricos.

Azuela: Instrumento de hierro acerado cortante, con su manija de madera para labrar las maderas. Esta tiene el corte horizontal, a diferencia del hacha que los tiene perpendicular.

Barbilla: El corte con que se asegura cualquier madero oblicuo, como zanca o tomapunta, etc. en la parte superior.

Barbilla: Corte que se da a una madera en su extremo, dejándolo achaflanado o bidelado y que encaja en un corte que se ha hecho en otro para su ensamble o unión.

Berengena: Nombre que recibe el aserrado de una tabla en dos, por la diagonal de su canto más largo.

Boca de lobo: Ensamble que permite girar dos piezas de madera yuxtapuestas, aplicarse unas sobre otra (se emplea en ventanas generalmente).

Bohardilla: Buhardilla.

Borricos o borriquetes: Llámense a sí unos sostenientes, formados de tres maderos oblicuos, que sirven a los carpinteros para labrar las maderas. También los hay de otras varias formas para iguales usos, como los asnillos o caballetes, que se componen de un madero horizontal con cuatro tomapuntas arriestradas que les sirven de pies.

Botonera: Caja que se hace en una base, solera o zapata para introducir la espiga o botón de un pie derecho.

Brida: Presilla. Abrazadera empleada en un ensamble. Pletina de hierro que, atravesada por tornillos con tuerca o pernos, sirven para sujetar varios maderos.

Brochal: Madero que se pone atravesado, cargando por sus extremos sobre las vigas más fuertes, para sostener las cabezas de las que no pueden cargar en la pared, cuando se coloca una chimenea, cañón o alguna escalera.

Buarda: (Buharda) La ventana o claraboyas que se ponen perpendiculares al horizonte sobre la armadura, llamadas vulgarmente Guardillas (Buhardillas).

Buardilla: Diminutivo de Buarda.

Buharda: Buhardilla.

Buhardilla: Ventana situada en el faldón de una cubierta, y en su parte baja generalmente para dar luz y ventilación. También se dice del espacio o local habitable o no, situado encima de la última planta de un edificio, o sea, debajo de la cubierta.

Bulón: Sujetador atravesado en un cilindro o similar de un mecanismo, para asegurar dos piezas.

Caballote: Madero que recorre el vértice diedro de un tejado.

Cabecero: El madero horizontal de la parte de arriba de un cerco de puerta o ventana.

Cabecero: Madero horizontal que remata por arriba una empalizada o del marco de puerta o ventana.

Cabio: El madero que se pone alternativamente con las vigas en los suelos, van entregadas sus cabezas en las paredes.

Cabrio: Cabio. En el entramado de una cubierta, las piezas paralelas e inclinadas, que se apoyan en las correas. Tirantilla. Parecillo.

Cacha: Costero de madera. Madero cortado al hilo en el que se aprecia la corteza.

Cachico de a seis: Lo mismo que Quartón. Madero aserrado, cuyo largo es 18 pies, la tabla 11 1/2 dedos, y el canto 8.

Cachón: En un corte longitudinal de un tronco de madera, los tabloncillos laterales de los costeros.

Cadena: Viga perimetral para atado de una obra o fábrica.

Caja: Escopleadura cuadrada, que se hace en un madero para que entre en ella la espiga de otro.

Caja: Hueco o hendidura practicada en una fábrica, en una madera u otro material, para introducir o recibir algo en ella.

Cajear: Acción y efecto de abrir cajas, en madera o en una fábrica.

Calzar: Poner calzos.

Calzo: Cuña de madera o de hierro para apretar o para ajustar dos piezas. Pieza para alzar cualquier cosa.

Cambium: En un tronco de un árbol el estrato pálido de madera en vía de formación, situada entre la albura y la corteza e inmediata al liber o floema.

Camón: Esta voz es muy general en todo perfil, formado por el canto de maderas tableadas. Sirven éstos asegurados a los tirantes o pares para formar las bóvedas encamionadas; y unidos y ligados con aldavillas, tomapuntas, pendolón y puentes componen las cimbras de los arcos y bóvedas.

Camón: Elemento auxiliar para la construcción de arcos y bóvedas, consistente en dos o más cerchas y una serie de tablas o listones que definen el extradós de los mismos.

Can: Extremo de una viga que sobresale del paramento exterior de un muro, o pieza empotrada en un muro, pudiendo ser labrado o no, en madera o piedra para apoyo de un alero, cornisa, etc.

Canecillos: Las cabezas de las vigas que salen a fuera y sostienen el alero o la cornisa.

Canecillo: Extremo volado o saliente de un paramento de un muro, con talla o sin talla, en madera o piedra. Extremo volado de los pares o cabios de una armadura de cubierta, para apoyo de un alero.

Canto: La parte más angosta de todo cuerpo regular, sea madera, ladrillo o piedra.

Canto: Superficie de una pieza de madera correspondiente a la dimensión menor de la sección transversal.

Canto de una viga: En estructuras altura de la sección o dimensión de la sección transversal que resulta perpendicular al eje de flexión.

Canto del madero: El lado más angosto del madero.

Cara: Superficie de una pieza de madera correspondiente a la dimensión mayor de la sección transversal.

Cargadero: Viga o carrera de mayor sección, que recibe el peso de un muro, encima de un hueco o vano (ventana o puerta, etc.).

Carpintería de obra de fuera: Parte de la arquitectura que enseña el corte y colocación de las maderas en un edificio: por lo que los profesores de ella se llaman Carpinteros de obras de afuera.

Carpintería de lo blanco: Así se llamaba antiguamente la Carpintería de fuera, según el título del libro que escribió Diego López de Arenas, que dice De la Carpintería de lo blanco.

Carrera: Madero horizontal, que se pone inmediatamente sobre las zapatas de los pies derechos: hace el oficio de los arquivates y sirve para cargar sobre ella las vigas de los suelos. Sobre la cabeza de éstas va la solera, para sentar nuevos pies derechos en lo superior.

Carrera: Viga que sirve de apoyo a las vigas de un forjado o suelo resistente, o que recibe las cabezas de las vigas y que a la vez sirve para repartir cargas y atado de los muros.

Cartabón: Tabla cortada en figura de triángulo rectángulo isósceles, que sirve para los cortes de las maderas.

Cartabón de la armadura: El ángulo que forman las dos vertientes o faldones.

Caseína: Sustancia albuminoidea de la leche y de la clara del huevo, empleada como aglomerante en determinadas pinturas al agua.

Casetón: Artesón. Cada uno de los recuadros de un conjunto de techo artesonado.

Celosía: Tipo de viga triangulada, articulada, etc.

Cepillo: Herramienta de carpintero, destinada a cepillar y alisar una superficie de madera, constando de un taco de madera muy dura, una cuchilla y una cuña para sujetarla, que entran en una caja llamada lumbrera y por donde salen las virutas de la madera.

Cepo: Madero en que se ensambló otro madero vertical a muesca.

Cepo: Unión de unos maderos que aprisionan a otro, ya sean pies derechos, vigas, pares de una armadura de cubierta, etc.

Cercha: Regla o listón de madera largo y muy delgado, para poderse acomodar a una superficie cóncava o convexa.

Cercha: Cada una de las vigas triangulares paralelas que constituyen la estructura de cubierta de un edificio.

Cerchón: Cercha grande.

Cerchón: El tablón cortado por su canto en porción curva, que se pone con otros en las cúpulas de madera para formar su redondez, o en cualquiera otra bóveda y en las cimbras.

Cerchón: Pieza de armadura a modo de par o contrapar. Madero labrado en forma de curva que se emplea en las armaduras de cúpulas, cimbras, etc.

Chapitel: La armadura, empizarrada por lo común, con que se cubre una torre, la cual remata con su linternilla y aguja.

Cielo raso: El techo plano enlucido de yeso blanco de una sala o cualquiera otra pieza.

Cimbra: Armazón de madera para construir sobre ella los arcos o bóvedas. Consta de una superficie convexa arreglada a la cóncava que ha de tener el arco o bóveda que se va a construir.

Cimbra: Armazón que provisionalmente se coloca en obra, para construir un arco, durante su construcción y fraguado, retirándose después.

Claveta: Estaquilla o clavo de madera.

Clavija: Especie de cuña cilíndrica o de sección regular o cuadrada, introducida a presión en un agujero realizado en dos o más piezas, para unir las, en su ensamblaje.

Clavo: Baretta de hierro con punta y cabeza para clavar las maderas. La clavazón que se usa generalmente en las obras es de varios géneros. Estaquillas, clavos largos de a pié hacia arriba. Clavo de a tercia, veinte y un dedos. De a pie, diez y seis dedos. Bellotes, de doce dedos, Bellotillos, de nueve dedos. De a cuarto, de cinco dedos. De a ochavo, de cuatro dedos. Chilla, tres dedos y medio. Media chilla, dos dedos. Tavaque, dedo y medio. Tachuela, medio dedo.

De todos estos hay de cabeza redonda, y de ala de mosca cuando forma aquella dos aletas a los lados.

Clavo: Pieza metálica de diferentes formas y tamaños, cuya misión es unir piezas, unas con otras, constando de cabeza, fuste y punta.

Codal: Madero que se pone horizontal en un vano o hueco para contener los cuerpos lateralmente que lo forman: úsase en las excavaciones de las zanjas profundas para contener los terrenos flojos.

Cogotes: El pedazo de madero que sale afuera en una pared o tabique, o en los cercos de una puerta o ventana.

Cogote: Trozo de una pieza de madera que sobresale del resto, como por ejemplo, en el cabecero de un cerco o marco de una puerta o ventana.

Cola: Producto que se utiliza para unir, pegando, dos superficies, siendo su procedencia de origen animal, vegetal o sintético.

Cola de milano: Corte que se da a las maderas para ensamblarlas, sobre todo cuando el nudo trabaja a tracción.

Colgadizo: Lo mismo que armadura.

Columna: Sosteniente aislado de forma de un cono truncado.

Columna: Pilar que sirve de sostén o para adorno. Pieza vertical, resistente, exenta, con misión de contención de una carga y transportarla a otros elementos inferiores o de apoyo sobre el terreno. Soporte.

Comején: Termita

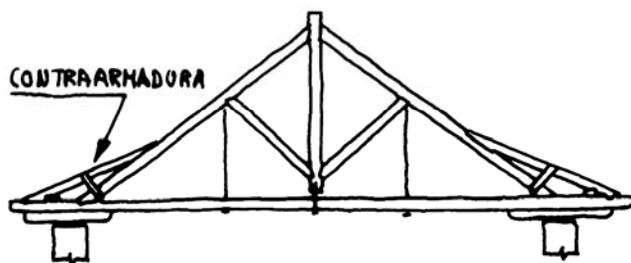
Conectores: Piezas metálicas empleadas en la unión de maderas, con pinchos, picos, etc. para su mejor agarre.

Contra-armadura: Llámase así a la segunda vertiente que se suele hacer en un tejado (cuando los pares están demasiado empinados) poniendo contrapares que vuelen más.

Contraarmadura: Segunda vertiente que se coloca en las cubiertas de los edificios cuando los pares tienen mucha pendiente, poniendo contrapares que vuelen más.

Contrafuerte: Lo mismo que Estribo.

Contrapares: Segundo orden de pares que se ponen en una armadura en algunos casos.



Correa: Especie de tirantes: como éstos van colocados de pared a pared, aquellas de un tirante a la pared del cuchillo o copete de una armadura.

Correa: Vigueta que se coloca paralela a otras, en las armaduras de cubiertas, en dirección horizontal cada una y en dirección perpendicular a los pares.

Corte al hilo: Corte que se da a un madero en la dirección longitudinal sin pasar por el corazón.

Corte radial: Corte que se da a un madero en la dirección longitudinal que pasa por el corazón de la madera.

Corte a testa: Corte transversal o perpendicular al eje del tronco o madero.

Corteza: Parte exterior de un árbol, ya sea del tronco, ramas o raíces.

Costero: Cada una de las piezas o tablas laterales que se consiguen al cortar un tronco de árbol, para escuadrarlo.

Costilla: Cada uno de los listones que, colocados sobre los cuchillos de una cimbra, reciben las dovelas. Tablas o tablones colocados de canto encima de pies derechos o puntales para sostener el entablado de un encofrado.

Coz: Base más gruesa del tronco o de la troza principal, que comprende el raigal de un tronco de árbol.

Creosota: Destilado de alquitrán de hulla o de alquitranes de gas de agua y de madera. Mezcla de hidrocarburos aromáticos sólidos y líquidos, más pesada que el agua e insoluble en ella, que se utiliza para proteger la madera y en la fabricación de pinturas.

Crujía: La serie seguida de piezas y salas en un edificio.

Cuadril: El madero que atraviesa diagonalmente de una carrera a otra en los ángulos entrantes.

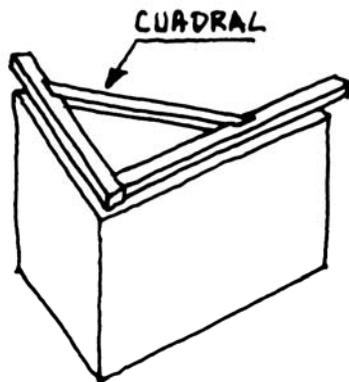
Cuadril: Madero de armadura o de un entramado, colocado atravesado en la dirección perpendicular a la bisectriz del ángulo que forman dos muros o dos vigas. En ellos se ensambla el aguilón.

Cuadril de a ocho: Madero aserrado, que tiene 16 pies de largo, 9 dedos por tabla, y 7 por canto.

Cuartón: Madero resultante de aserrar longitudinalmente en cruz una pieza de madera entera.

Cubierta de pabellón: De planta poligonal, generalmente regular, y sus faldones son triangulares o trapezoidales.

Cubrejuntas: Tablillas o listones que se clavan o colocan para disimular las juntas.



Cuchillo: Cercha. Forma. Armadura triangulada con destino a una cubierta.

Cuchillo de armadura: El triángulo que forman dos pares y un tirante, con sus demás adherentes. En una armadura deben estar los cuchillos a nueve pies de distancia o cuando más a doce.

Cuña: Pieza de madera o metal terminada en ángulo diedro agudo y que sirve para hendir cuerpos sólidos mediante golpes o también para calzar puntales, etc.

Chamoso: Se aplica a la madera defectuosa o estropeada, debido al ataque de hongos que la dejan fofa e inservible.

Chapitel: Remate de una torre, generalmente en figura de pirámide o cónica agudas.

Chaveta: Clavija o pasador de madera o metal.

Chilla: Tabla delgada de poca calidad que se emplea para la colocación sobre ella de tejas o pizarras en una cubierta.

Chillado: Techo compuesto de listones y tablas chilla.

Chuleta: Pieza que se coloca en una pieza o elemento, para corregir algún defecto.

Cuña: Zoquete que remata en corte para introducirle en la junta de un ensamblado o en otra parte a fin de darle más firmeza.

Desbarbado: Acción de quitar las barbas de una madera, debido a su fabricación o labra tosca.

Descortezar: Quitar la corteza al tronco de un árbol.

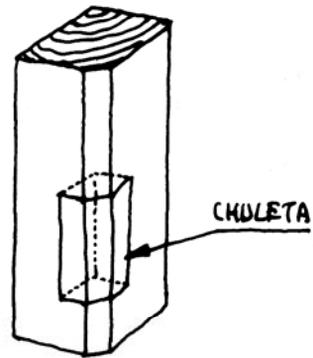
Deshilado: Última parte del trabajo de labra de la madera, alisando y afinando sus caras.

Despatillado: Que se aplica a los pares cuando se les da en la punta cierto corte para que sienten sobre la carrera y no vuelen.

Duramen: Parte interior de la madera de un tronco, situada entre la médula y la albura, generalmente más oscura que ésta.

Durmiente: Rastra. Madero colocado horizontalmente y sobre el que se apoyan otros elementos. Su misión es repartir las cargas que recibe. Sinónimo de solera.

Ebanistería: Taller u oficio de construir labores, empleando la madera de calidad para la fabricación de muebles, balaustradas, etc., así como su encerado barnizado.

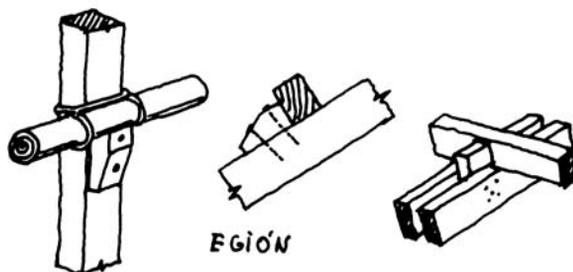


Eji3n: Eji3n.

Eji3n: Eji3n. Taco o zoquete de madera o met1lico con varios usos: sujetar correas en armaduras o en pies derechos para el apoyo de puentes, en andamiajes, etc.

Embarbillado: Que se aplica a los pares cuando se les da en la punta cierto corte para que sienten sobre la carrera y vuelen, para formar el alero.

Embarbillar: Ensamblar un madero con otro por medio del corte llamado barbilla.



Embragar: Unir unas piezas de madera como por ejemplo, unos tablones o maderos por medio de bridas o bragas de hierro.

Embridar: Poner bridas para unir dos o m1s piezas de madera. Embragar.

Embrochalamo: Armaz3n compuesta de dos cabios y un brochal para formar el hueco de una chimenea en una pared.

Embrochalar: Colocar vigas transversales a la direcci3n de las del piso, con objeto de dejar un hueco en el piso. En general, unir una viga con otra en direcci3n transversal.

Embrochalar: Sostener las vigas que no pueden cargar en la pared, por medio de un madero o brochal atravesado o una barra de hierro.

Empalma o empalme: La acci3n o efecto de empalmar.

Empalmar: Unir dos o tres maderos a lo largo, de modo que alcancen a la longitud que se quiere, y est3n con toda firmeza.

Empernar: Acci3n y efecto de colocar pernos o tornillos con rosca y tuerca.

Enano: Pie derecho de poca altura, empleado en apeos, entramados o andamiajes.

Encadenado: Armaz3n de madera o de hormig3n armado, a modo de cintur3n o zuncho, en todo el contorno de un edificio.

Enclavijar: Ensamblar o unir mediante la colocaci3n de clavijas.

Engatillar: Unir y trabar las vigas con gatillos.

Enjaretado: Tableros de listones que forman un enrejado.

Enlatado: Conjunto de tablas ripias de madera en techos o en paredes, ago separadas entre s3 para que agarre el yeso que se extiende sobre ellas.

Enlistonado: Conjunto de listones. Obra hecha con listones. Alistonado.

Ensambladura: La unión que se hace de las maderas en varias posiciones, y por medio de distintos cortes, que en unas y otras tienen perfecta correspondencia para su enlace. Las maderas pueden unirse por sus testas, prolongándose, que se llama empalme; con chapetones sobrepuestos o embebidos en medias maderas; con estas mismas sencillas de cuadrado y o a cola simple o doble o de cabeza de perro acuñada con muesca; con diente de cuadrado y a cola simple y doble; con muesca despalmada de diente sencillo, doble, barbilla a cola y acuñada. La unión pareando las maderas por su canto o tabla, se hace por medio de górgoles y machambros de cuadrado a cola, o embarrotado por toledanas embarrotadas; o a cola de milano doble, y por espigas encajadas en uno y otro madero, y atarugadas. Y si la unión se hace en escuadra, o con oblicuidad, por cortes de media madera, cajas, espigas, armillados dobles, sencillos y a inglete.

Ensambladura: Unión de dos o más piezas de madera, mediante unos cortes, entalladuras, etc., para que queden perfectamente unidos.

Ensamblaje: Ensambladura.

Ensamblar: Trabajar dos maderos por medio de cierto corte que se hace en ambos.

Ensamble: Ensambladura.

Entablado: El conjunto de tablas puestas y arregladas sobre una armadura, o para formar un pavimento.

Entablar: Poner y arreglar las tablas en una armadura o en un pavimento.

Entalladura: Corte que se hace en las maderas para ensamblarlas. Hendidura abierta en cualquier objeto, con distintos fines.

Entallar: Practicar los cortes de las piezas de madera para efectuar sus ensambles.

Entramado: La armazón de maderos que forma el cuerpo perpendicular, sosteniente de una pared o tabique. Se compone de soleras, pies derechos, tornapuntas o aspas, puentes y carreras. Los entramados se distinguen por el grueso de los anchos de sus carreras, en entramado de tercia, vigueta o sexma, madero de a seis, y en entramado colgado cuando éste solo se sostiene sin apoyar en los suelos por las aldavías que cargan en las pareces laterales.

Entrega: Parte de un sillar, viga, etc., que queda dentro de un muro.

Entrevigado: Trabajo de albañilería que consiste en macizar los espacios comprendidos entre viguetas, en su apoyo en el muro.

Envigado: Conjunto de vigas de un edificio.

Envigar: Colocar vigas de un edificio.

Enzoquetar: Poner zoquetes o tacos de madera en un entramado con objeto de arriostrarlo y

evitar el pandeo lateral.

Escopleadura: Abertura hecha con escoplo en las maderas para ensamblarlas unas con otras.
Escotadura: Rebajo a modo de escote hecho en el borde de una tabla, palastro o elemento análogo.

Espera: Escopleadura que se hace en un madero en forma de ángulo para que apoye en él otro.

Espiga: La parte de un madero, que rebajado con una o dos medias maderas, o con una quixera, sirve para introducirse en las cajas o escopleaduras de otro.

Escuadra: Instrumento de metal o de madera, compuesto de dos reglas, que forman un ángulo recto.

Escuadra: En ángulo recto, o derechamente sobre alguna cosa.

Escuadrar: Tallar o labrar en cuadrado un madero.

Escuadría: Lo mismo que Escuadra.

Escuadría: Las dos dimensiones de la sección transversal de una madera.

Espárrago: Palo o madero largo y derecho con estacas a distancias regulares, usado en los andamios. Vástago metálico roscado o no.

Espiga: Parte de una herramienta u otro objeto adelgazado, que se introduce en el mango. Extremo de una pieza de madera, disminuida de sección y destinada a introducirse en la caja, «Caja y espiga». Clavija para asegurar uniones introduciéndolas junto a la espiga principal. Piezas de hierro para unir piedras, etc.

Espigar: Labrar una espiga en un madero.

Estribado: Dícese del artesonado en general. Lo que está soportando estribos. Almarvate. Arrocave (estribos, tirantes).

Estribo: Madero colocado horizontalmente sobre los tirantes en el cual embarbillan los pares de una armadura.

Faldón: Plano inclinado de un cubierta de forma poligonal.

Faldón de la armadura: Lo mismo que Agua o vertiente. Regularmente se entiende por esta voz un cacho o vertiente de la armadura de una chapitel.

Falsa armadura: Lo mismo que Contra - armadura.

Farda: Corte que se hace en los maderos igual para apoyar la barbilla.

Fenda: Raja o hendidura de una madera. Grieta en la madera al hilo debido al calor excesivo o

dsecación.

Floema: Líber o vasos liberianos. Capa o tejido fibrado compuesto por capas delgadas que forman la parte interior de la corteza.

Formón: Instrumento o herramienta de carpintero semejante al escoplo, más ancho y plano con el filo en la dirección del canto del plano.

Fustero: Tornero. Carpintero.

Gema: La parte de un madero que queda con corteza, por estar mal escuadrado.

Gema: Parte de la corteza de un tronco, que ha quedado en el canto o arista de un madero escuadrado por escasez de dimensiones.

Gemelo/a: Cada uno de los maderos que se sujetan a los lados de un empalme de un madero para dar fuerza a la unión.

Guardilla: Lo mismo que Buhardilla (Buardilla) o Buharda (Buarda).

Gubia: Especie de formón curvo con un borde extremo cortante que se emplea para labrar y tallar la madera.

Guillame: Cepillo estrecho de carpintero, destinado a realizar rebajes y otros trabajos que no se pueden hacer con el cepillo o garlopa.

Guillamen: Guillame.

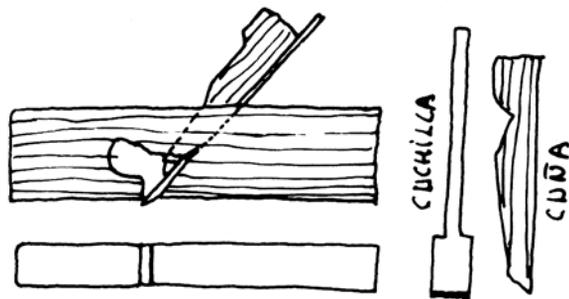
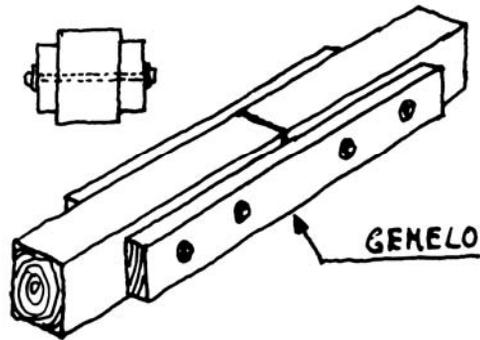
Gramil: Instrumento consistente en una tabla atravesada perpendicularmente por un listón móvil y graduable y con una punta en el extremo, para marcar en la madera, metal, etc., y que se fija mediante una cuña.

Hebra: Aquella parte de la madera que tiene consistencia y flexibilidad para ser labrada o torcida sin saltar ni quebrarse.

Hembra: Pieza que tiene un agujero o anillo donde otra entra o se engancha. También puede ser una ranura para que entre una lengüeta.

Hienda: Hendimiento.

Hilera: El madero que forma el lomo



GUILLAME

de la armadura y se sostiene con las cabezas de los pares.

Inglete: Unión o ensamble en ángulo o encuentro cuyos cortes son oblicuos, generalmente a 45°.

Jabalcón o Jabarcón: El madero que atraviesa oblicuamente desde el extremo inferior del pendolón a los pares, formando así un triángulo. Llámase así a todo madero colocado oblicuamente para sostener un vano o voladizo.

Jabalcón: Pieza inclinada que recibe una carga o esfuerzo y la transmite a un pie derecho o puntal.

Jabalconado: Que se aplica a todo lo que está sostenido con un Jabalcón.

Jabalconar: Sostener una cosa con Jabalcones.

Jácena: Viga principal que recibe la carga de otras.

Lacería: Trabajo de origen árabe, consistente en figuras geométricas enlazadas casi siempre con aros, anillos y figuras geométricas. Conjunto de lazos que forman un adorno. Se realizaban en azulejos, yeso o madera (éstos en artesonados de cubiertas).

Lambeta: Listón de poca sección que se emplea para acoplar dos piezas de madera.

Larguero: El madero que sirve de lado a una puerta o ventana, o a su cerco.

Larguero: Pieza de madera de sección y longitud variable que forma parte de marcos o cercos de las puertas y ventanas en dirección vertical. También las piezas verticales de las hojas de las mismas.

Lata: Tabla delgada que se emplea en las cubiertas para sentar encima las tejas.

Lazo: Pieza de madera dura empleada en la unión de dos maderas.

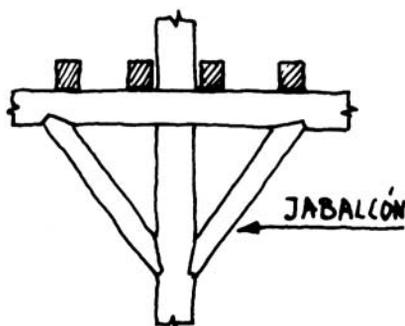
Líber: Tejido fibroso, compuesto de capas delgadas, que forma la parte interior de la corteza de un árbol.

Listón: Listel. Tabla estrecha de madera, con varias aplicaciones, risotras, largueros de marcos de puertas y ventanas, rastreles, etc.

Listonado: Formado por listones. Entablado con listones.

Lobo: Corte dado a las maderas para su unión en «Boca de lobo», aplicado al cantó de las puertas y ventanas.

Machihembrado: Ensamble de dos piezas de madera, generalmente empleado en la acopladura



por yuxtaposición y consistente en una ranura en una pieza y en una lengüeta en la otra.

Madera enteriza: La que aún no se ha serrado y conserva el corazón en su centro.

Madera rolliza: La que es redonda y solo se ha descortezado.

Madera en rollo: Tronco de un árbol apeado, o parte del mismo, limpio de ramas, con corteza o sin ella.

Madera serradiza: La que no coge el corazón entero del árbol.

Maderaje: Conjunto de maderas empleadas en la construcción.

Maderamen: Maderaje.

Media madera: se dice así cuando el corte que se hace en un madero para ensamblarle con otro, o para otro fin, llega hasta la mitad de su grueso.

Madero: Pieza de madera larga y casi cuadrado su grueso.

Madero: Pieza larga de madera, en rollo o escuadra. Pieza de madera empleada en la construcción.

Madero de a diez: Tiene catorce pies de largo, por tabla siete dedos, y por canto cinco, de vara castellana.

Madero de a ocho: Tiene diez y seis pies de largo nueve dedos por tabla, y por el canto siete.

Madero de a seis: Tiene diez y ocho pies de largo, once dedos y medio por tabla, y ocho por canto.

Madero de repleno: Llámase así a aquel madero cuya longitud no es igual a la de los demás que forman un entramado, como las péndolas, o los que van ensamblados en un brochal.

Maderos de suelo: Se da este nombre a los maderos de mediano grueso, que componen un suelo, cuya parte principal y más firme se forma de vigas.

Madre: Dícese de la viga o madero principal de algún entramado.

Mangueta: El madero corto que atraviesa en una cúpula de madera, desde el par al cerchón, que forma la redondez que ha de tener.

Mangueta: Madero vertical que enlaza el par con el tirante o con la punta de un cuchillo.

Marco: La medida de las maderas. En las grandezas determinadas por el Gobierno para la corta y labra de maderas en los montes, se distinguen; la media vara que ha de tener un pie y medio de ancho, y un pie y cuarto de grueso, sin determinación en sus largos. Pie y cuarto: tiene un pie y cuatro dedos de ancho, y un pie de grueso sin largo determinado. Tercia: tiene un pie de ancho, y una cuarta, o doce dedos de grueso, sin largo determinado. Sexma: tiene doce

dedos de ancho, y ocho de grueso, sin largo determinado. Vigueta, lo mismo que la Sexma; pero ha de tener veinte y dos pies de largo, y la media vigueta once, con los mismos anchos y gruesos. Madero de a seis: tienen diez dedos de ancho, siete de grueso, y diez y ocho pies de largo. El de a ocho: tiene ocho dedos de ancho, seis de grueso, y diez y seis pies de grueso y diez y seis pies de largo. Madero de a diez: tiene siete dedos de grueso, cinco de grueso, y catorce pies de largo. Madera serradiza: el cuarto da cuatro: una media vara tiene doce dedos de ancho, diez de grueso, sin largo determinado. Alfargia, (ocho la media vara) tiene seis dedos de ancho, cinco de grueso, y de largo nueve y doce pies. Tablazón: el tablón no tiene marco determinado. La portada veinte y cuatro dedos de ancho, dos y medio de grueso, y nueve pies de largo. Tabla de ripia o chilla: un pie de ancho, un dedo y medio de grueso, y siete y nueve pies de largo. Se advierte, que en el día todos estos maderos vienen muy escasos de la Sierra de Guadiana: de los Montes de Cuenca vienen más completos. Ha parecido conveniente dar razón de ésto, para que se vea no carecemos de arreglo para el tráfico y ejercicio de las Artes.

Marranos: Llámase así al conjunto de maderos fuertemente ensamblados o trabados, que se sienta en el suelo del pozo, o de la zanja que brota agua para afirmar los cimientos.

Marrano: Taco de madera que se coloca debajo de un pie derecho de madera para repartir mejor la carga sobre el terreno, o bajo las tomapuntas para sostener un talud de tierras o una fábrica.

Media alfargia: Madera aserrada o escuadrada con dimensiones de 10 x 17 cm de tabla y canto respectivamente, nombre hoy casi en desuso.

Media vigueta: Madero que tiene doce pies de largo, una cuarta de tabla, y una sexma de canto, Ahora parece que son de 11 pies solamente.

Media madera: El corte que se hace en un madero, que coge la mitad de su grueso.

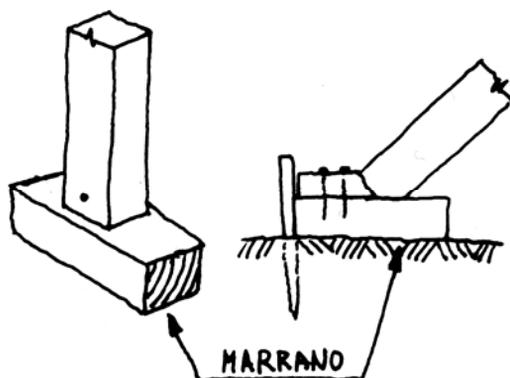
Media madera: Ensamble de dos piezas de madera, a las cuales se les ha dado un corte quitando la mitad de la sección para que al unir las queden enrasadas.

Medina: Motivo decorativo empleado en los alfarjes, consistente en filete o cinta embebida, cuyo ancho varía entre la quinta y la séptima parte del grueso del madero.

Milano: Tipo de ensamble con un corte especial para que soporte los esfuerzos de tracción, Cola de Milano.

Mocárabe: Almocárabe. Mukarna. Adornos semejantes en su perfil a las estalactitas o caídas de cortinas, propio del arte árabe, siglos XIII y XIV, usados en el intradós de arcos y bóvedas.

Modillón: La coz o raygal de los pares de una armadura, que sobresaliendo de la frente de la pared, forman y sostienen el alero o gocíolator, y hacen el oficio de canecillos para arrojar las



aguas fuera del pie de los edificios hechos de varias formas, y con distintos adornos.

Mohamar: Denominación que se da a las piezas de las armaduras siempre que están dobles. Lima mohamar, tirante mohamar.

Montante: Pieza o elemento vertical que trabaja a compresión.

Montera: Remate de una cubierta, sobre el caballete o cumbreira, acristalado y con armazón de madera o metálico, destinado a dar iluminación natural y posible ventilación.

Mortaja: Muesca. Caja o hueco abierto en una pieza de madera.

Muletilla: Taco de madera encajado en la fábrica de un muro que se va a apuntalar contra el que se apoya el puntal.

Nabo: Eje cilíndrico vertical que se coloca en el centro de un armazón para apoyo de otros elementos, como cubiertas, escaleras, etc.

Nudillo: Madero colocado horizontalmente, sobre el cual se clava una solera.

Nudillo: Madero corto o zoquete, que se coloca en varias posiciones, introducido y recibido en las paredes, para asegurar y clavar las maderas, molduras y guarnecidos.

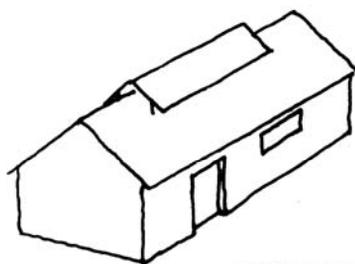
Nudillo: taco o zoquete de madera que se empotra en una fábrica o se recibe con yeso a ella, con el objeto de clavar algo al mismo.

Ochavos: Los pares que forman juntamente con los partorales la armadura de una cúpula o chapitel.

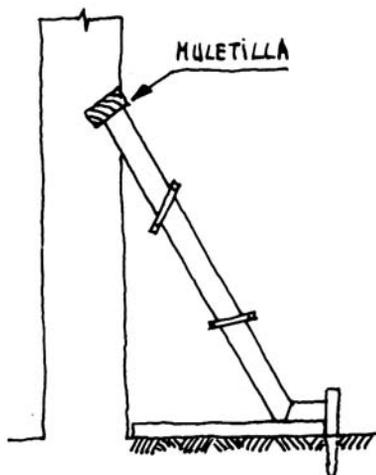
Oído: Se dice que un clavo ha sido clavado «a oído» cuando se hace con cierta inclinación.

Oreja: Se dice a unas maderas colocadas y clavadas en un puntal de madera para sujetar un tablón en sopanda.

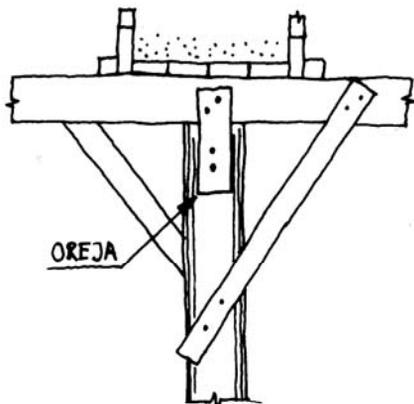
Par: Cada uno de los dos maderos de una cercha o cuchillo para cubiertas y que tienen la inclinación del tejado. Alfarda.



MONTERA



MULETILLA



OREJA

Pares: Una de las principales partes de las armaduras de las cubiertas, y son los maderos que forman el pendiente de aquellas para arrojar las aguas. En unas se apoyan a la hilera: en otras cargan en la carrera; y en las formas sostienen el pendolón.

Parilera: El madero en que se afirman los pares, y forma el lomo de la armadura.

Par e hilera: Parhilera. Tipo de armadura de cubierta en la que los pares sostienen y se clavan en la hilera, que es el caballete, no llevando tirante.

Par y picadero: Tipo de armadura de una cubierta de un edificio en la que los pares se apoyan en un madero horizontal situado en el punto más alto o cumbrera y que está apoyado verticalmente.

Par y vela: Tipo de cercha de una armadura de cubierta con cabios que apoyan en picaderos y éstos descansan a su vez en el suelo del desván. A veces se confunden con par y picadero.

Parecillo: Cabrio o elemento lineal de madera que se coloca en la cobertura de un edificio en dirección inclinada, apoyado en las correas.

Paredaña: Que está adosada a la pared. Viga paredaña zanca paredaña.

Paredera: Paradaña.

Partoral: El par del medio de los ochavos que forma con otros la principal armadura de una cúpula.

Pasador: Herraje para asegurar una puerta, ventana, persiana, mueble, etc. Varilla de hierro u otro metal que une las dos partes de una bisagra o pernio.

Pata de gallina: Cuadratura o grieta en el interior de un tronco a partir de la médula.

Patilla: Corte que se da a los pares por la parte de abajo, para que embarbilen en el estribo en una armadura.

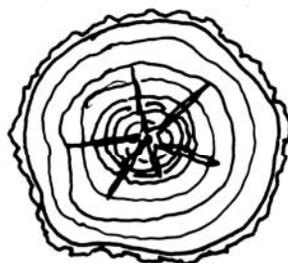
Pecho: La parte inferior del corte oblicuo de un par en la cabeza que recibe la hilera.

Pecho: Corte de pluma del par en la hilera.

Péndola: Madero colocado verticalmente entre una tomapunta y un puente, como los pares que van desde la lima tesa a la solera.

Péndola: Cualquiera de los cabrios de un faldón de armadura que van desde la solera a una lima.

Pendolón: Llámase así el pedazo de madero perpendicular a donde van a refñir o encontrarse dos pares encontrados de una armadura.



PATA DE GALLINA

Pendolón: Elemento o pieza vertical que en un cuchillo une el vértice de la cumbre con el tirante.

Peralte: La elevación de una armadura sobre el ángulo recto o cartabón; o de una cúpula, sobre el semicírculo.

Pérgola: Armazón o armadura compuesta de elementos verticales y horizontales, para que plantas trepadoras suban y se extiendan por los mismos, sirviendo para descansar al aire libre y, a ser posible protegido del sol,

Perno: Pieza de hierro u otro metal larga, cilíndrica con cabeza redonda por un extremo y que por el otro se asegura con tuerca.

Pescante: El madero que se pone horizontal u oblicuamente sobre una cornisa u otra parte avanzada, entregada su mitad para colgar a su extremo una garrucha, o para otro fin.

Picadero: Pieza horizontal en la que se apoyan y clavan los pares de una cubierta, pudiendo estar cajeados o no, siendo las cubiertas a una, dos o más aguas.

Pico de flauta: Corte que se da a dos maderos para su empalme, en forma oblicua.

Pie derecho: El madero que se fija perpendicularmente para sostener cualquier peso en un edificio.

Pie derecho: Pieza vertical de madera, que soporta cargas axiales. Soporte.

Pie de terciá: La viga que tienen un pie de tabla, y una cuarta de canto. Su largo de 30 pies adelante.

Pilar: Elemento estructural resistente, vertical y exento, de sección poligonal o circular, con función de soporte.

Pilote: Estaca gruesa que se clava toda en tierra.

Puente: El madero que forma el lado inferior de una ventana o antepecho que está comúnmente a la media altura de un hombre. Por lo general todo madero colocado horizontalmente se llama puente.

Puente: Cualquier madero puesto horizontalmente en un entramado.

Puntal: Madero oblicuo que sustenta alguna cosa, como las paredes de una casa que amenaza ruina, o una cimbra para hacer un arco.

Quadral (Cuadral): El madero que atraviesa diagonalmente de una carrera a otra en los ángulos entrantes.

Quartón (cuadral) de a ocho: Madero aserrado, que tiene 16 pies de largo, 9 dedos por tabla, y 7 por canto.

Quijera: Cada una de las dos patas de la horquilla formada en un madero y que entra en las cajas respectivas. Tipo de ensamble llamado también de horquilla.

Quixera: Corte que se da a la cabeza de un madero para ajustarle con otro en las armaduras. Es parte de una media madera.

Raigal: El extremo del madero que corresponde a la raíz del árbol.

Rayo de Júpiter: Ensamble empleado en carpintería, en piezas que trabajan a tracción.

Repelo: Vicio de la madera debido al cambio de dirección de las fibras, que hace que se levanten al trabajar la pieza.

Riostra: Todo madero oblicuo que tira y tiene cualquier cuerpo. Con distinción de la tornapunta, o puntal que solo sostiene, pero no atiranta.

Riostra: Pieza o barra que rigidiza a otras, por lo general cruzándolas oblicuamente para triangular.

Riostrar: Poner riostras.

Sámago: Albura o parte fofa y blanca de la madera, no útil para la construcción.

Sexma: Sección o escuadría de la madera de sierra, de una sección aproximada de 22,5 x 15,5 cm y largo variable en el Marco Serrano o de Segovia y de 22 x 15 cm en el Marco de Cuenca.

Sobiña: Claveta. Estaquilla. Clavija de madera

Sobresolera: El madero que se suele poner algunas veces sobre la solera.

Solera: La viga empotrada en la pared sobre la que asientan los maderos para formar un suelo, que se llaman tirantes.

Solera: Madero o tablón colocado horizontalmente, apoyado en el suelo para sustentar otras piezas en él. Madero colocado y recibido en un muro para apoyara en él las vigas de un piso.

Soliva: Viga de madera en un forjado, piso o cubierta.

Solivo: Madero de sierra empleado en la construcción a modo de viga.

Sopanda: Madero que se pone horizontal para sostener alguna cosa apoyado en solos sus extremos; y para su mayor firmeza se suele jabolconar con un zapatón en el medio, y dos jabolcones apoyados en las paredes.

Sportes: Elementos resistentes verticales, destinado a soportar caras verticales.

Sotahilera: La que se pone en algunos casos debajo de la hilera.

Sotahilera: Madera de una armadura colocada en la misma dirección de la hilera y ensamblada

en el extremo inferior del pendolón.

Sotapar: Sopar. Contrapar. Pieza de madera que refuerza el par sujeto por la parte de abao al pendolón.

Tabaque: Tipo de clavo, mayor que una tachuela y de sección cuadrada, cabeza plana y antioxidante.

Tabla: Pieza de madera u otro material, plana, de poco espesor y más larga que ancha. Cara más ancha de un madero.

Tabla de gordo: La que tiene un pie y dos dedos de ancho, dos dedos y medio de grueso, y de largo 7 pies, o 9 o 14.

Tabla del madero: Llámase así el lado más ancho de un madero.

Tabla portada: La que tiene doce pies de largo, media vara de ancho, y dos dedos de grueso.

Tabla de ripia: La que tiene de largo 4 pies, de ancho 2 pulgadas y de canto, o grueso 4 líneas, poco más o menos.

Tablazón: Conjunto o compuesto de tablas.

Tablón: Tabla grande y gruesa.

Tablón: Pieza de madera con una escuadría aproximada de 7 x 22 cm y largo variable.

Tabloncillo: Pieza de madera, con escuadría menor que las de un tablón, variables según costumbres de las diferentes épocas y regiones. Aproximadamente 5 x 15 a 20,5 cm.

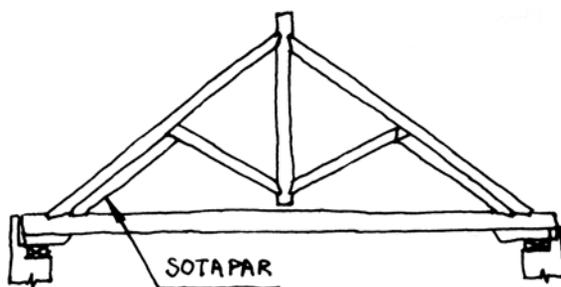
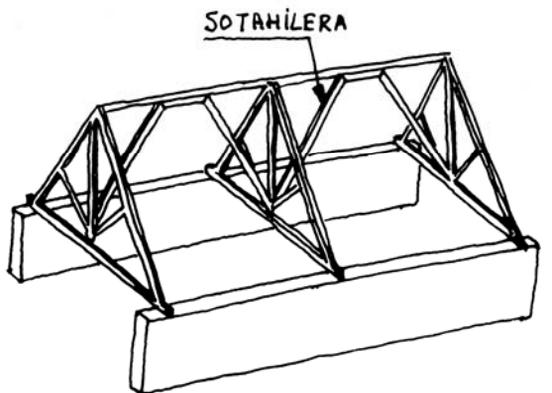
Tachuela: Clavo pequeño y corto, con cabeza grande, de sección cuadrada y generalmente pavonado para evitar la oxidación.

Tajón: Madero de menor longitud que la que le corresponde por su escuadría.

Tarugo: Pieza de madera que se utiliza para pavimentar en forma de adoquín. Taco o trozo de madera para algún fin.

Taujel: Listón de madera, reglón.

Telar: Se compone de cuatro o más maderos ensamblados, que circundan un espacio, como el



telar de una ventana.

Telar: Las jambas y lintel de una puerta o ventana.

Telera: Cada uno de los dos maderos paralelos que, unidos por husillos y tuercas, forman las prensas de los carpinteros, encuadernadores y otros oficios.

Tercia: Pieza de madera de hilo de una tercia (tercera parte de una vara) de tabla y una cuarta de canto,

Terciadillo: Listón de madera, de escuadría aproximadamente igual a 7 x 14 cm.

Termita: Termes. Comején. Insecto que ataca y devora la madera, el papel, etc.

Teso: La eminencia, o desigualdad abultada que tiene en varias partes la madera enteriza, o cualquier otra superficie.

Testa: Cara extrema de un tronco cortado de un árbol, de un madero, tablón, etc.

Tijera: Tipo de armadura de cubierta.

Tirafondo: Tornillo fuerte para unir maderos, mediante torsión, haciendo girar su cabeza con llave inglesa o pieza apropiada.

Tirantes: Las vigas que atraviesan de carrera a carrera, por los anchos de las crujiás.

Tirante: Pieza o elemento horizontal, que trabaja a tracción, en una cercha de armadura para cubierta, en madera o hierro.

Tomiza: Soguilla delgada de esparto, con la que se rodean los maderos de un tabique a fin de que se agarre bien el yeso.

Tomiza: Cuerda o soguilla de esparto empleada en la construcción con varios fines, hoy casi en desuso, pues se usaba mucho en el enrollado o entorchado de vigas o pilares; y que se clavan con clavos tabaques o también se emplean para sujetar los cañizos a los cielos rasos.

A tope: Expresión para denotar que un madero se une con otro sin hacer corte, ni empalma alguna, sino topando planamente uno con otro.

Tornapunta: El madero que se pone oblicuamente para dar más firmeza y seguridad a los pies derechos.

Tornapunta: El madero oblicuo que se pone para evitar la continuación de el desplomo de una pared, o pie derecho y mantener los perpendiculares con más seguridad y firmeza.

Tornillo: Pieza auxiliar de la carpintería o de la mecánica con el fin de unir o asegurar dos o más piezas.

Trabe: Viga o madero de piso.

Troza: Tronco serrado por los extremos para sacar tablas.

Vela: Madero colocado verticalmente para reforzar un andamiaje, encofrado, entibación, etc.

Viga: El madero más grueso y largo de los que entran en la construcción de un edificio; o el que excede en grueso y largo a la vigueta. Llámase así generalmente los maderos horizontales que forman los suelos.

Viga: Pieza o elemento sobre dos o más apoyos, destinada a trabajar, principalmente, a flexión.

Vigota: Pieza de madera de hilo, de 19 pies de longitud y 12 x 9 pulgadas de escuadría (30,5 x 23 cm, aproximadamente).

Viga de aire: La que entre sus entradas no está apeada de cuerpo alguno.

Viguería: Conjunto de vigas de una obra.

Vigueta: Véase Marco.

Virotillo: Lo mismo que Péndola pequeña.

Virotillo: Puntal corto que se apoya en un madero horizontal y sostiene otro horizontal o inclinado.

Zanca: Madero oblicuo que se asegura en los pies derechos o almas de las escaleras para cargar los peldaños.

Zanca: Viga inclinada, que sostiene los peldaños de una escalera. Falsa zanca la que se adosa a la pared.

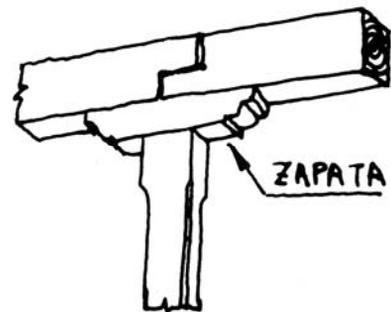
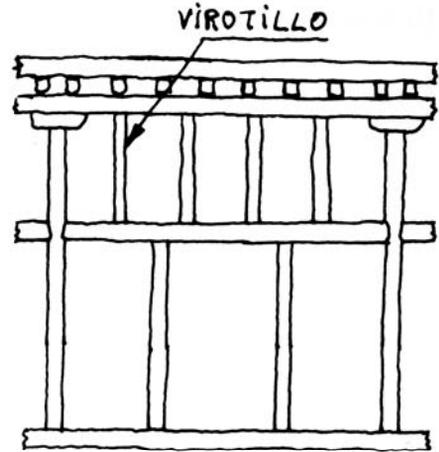
Zapata: Pedazo de madero que se pone atravesado sobre un pie derecho, para que siente mejor la carrera o solera que va encima.

Zapata: Pieza corta que se coloca debajo de una viga de carga y sobre un pilar o soporte, para la mayor transmisión de las fuerzas.

Zapatón: Zapata grande.

Zapatón: Pieza horizontal de madera que se coloca debajo de una carrera o viga de carga y se apea en sus extremos por medio de jalcones o tornapuntas.

Zoque: Pedazo de madero corto.



Referencias bibliográficas

Argüelles, R., Arriaga, F. y Martínez C., J.J. (2000). Estructuras de madera. Diseño y cálculo. Editorial AITIM, Madrid.

Arriaga, F. y Esteban, M. (2000). Diseño estructural de armaduras de cubierta de madera. AITIM n° 207 (Págs 71-78).

Arriaga, F. y Esteban, M. (2001). Estructura secundaria en cubiertas de madera. Planteamientos generales de proyecto. AITIM n° 209 (Págs. 63-68).

Cámara, A. (1972). Apuntes de Construcción III. Primera parte: Construcción con madera. Curso 1972-73. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

Cañadas, J. G. (1997). Sistemas constructivos de los edificios madrileños con estructura entramada de madera. Apuntes del Curso de Intervención en Edificios con Estructura de Madera. Plan de formación continuada IV. Fundación Cultural COAM, Madrid.

Cárdenas, J. (19??). Ensamblados de madera. Redescubrimiento del ensamble tradicional. Edita Cambium, Lima, Perú.

Lozano A., G. y Lozano M., A. (1995). Curso: Técnicas de intervención en el patrimonio arquitectónico. Tomo I: Reestructuración en madera. Consultores Técnicos de Construcción, C.B. Gijón.

Montero, L. (19??). Apuntes sobre tecnología de la madera. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Zamora.

Nuere, E. (1990). La carpintería de armar española. Ministerio de Cultura. Dirección General de Bellas Artes y Archivos. Madrid, 125 pp.

Peraza, J.E., Arriaga, F., Arriaga, C., González, M.A., Peraza, F., Rodríguez, M.A. (1995). Casas de madera. Editorial AITIM. (700 págs.).

Rejón de Silva, D.A. (1788). Diccionario de las nobles artes para instrucción de los aficionados y uso de los profesores. Edición facsímil del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid en 1995.

Serra H., A. (1997). Términos ilustrados de arquitectura, construcción y otras artes y oficios. 2 Tomos. Editorial del Colegio Oficial de Arquitectos Técnicos y Aparejadores de Madrid.

Anexo G
Productos
protectores

G.1 INTRODUCCIÓN

En este anexo se incluye una información adicional sobre los productos protectores de la madera aplicados para mejorar su durabilidad frente a los agentes xilófagos y para mejorar su comportamiento al fuego.

Generalmente bajo la denominación «protectores de la madera» se especifican los productos que incorporan compuestos químicos con propiedades insecticidas y/o fungicidas. Los productos para la mejora del comportamiento frente al fuego se suelen denominar «productos retardantes del fuego». A veces se les denomina productos ignífugos, aunque este nombre ha creado ciertas controversias, ya que los estos productos sólo mejoran las propiedades y acaban degradándose bajo la acción del fuego, y realmente no se les puede considerar como ignífugos.

En el mercado existen productos de tipo mixto, que incluyen propiedades contra los agentes xilófagos además de mejorar el comportamiento frente al fuego.

Las características más importantes de los productos para la protección de la madera son las siguientes:

- Efectividad frente al agente degradador:

La efectividad del producto se evalúa mediante ensayos normalizados comprobando el cumplimiento de las especificaciones de la normativa. Este resultado ha de estar refrendado por el correspondiente informe de ensayo emitido por laboratorios de reconocido prestigio.

- Permanencia del producto:

Los productos deben proteger la madera durante un cierto tiempo. Para algunos de ellos existen ensayos normalizados de envejecimiento natural y artificial, como es el caso de los protectores de la madera frente agentes biológicos; y para los productos retardadores del fuego se están desarrollando las respectivas normas.

En la definición de un producto protector y su aplicación intervienen una gran cantidad de variables como pueden ser su composición, forma de presentación (líquida, polvo, pasta, cartuchos, gas, etc.), campo de aplicación, efectividad, métodos de tratamientos, manipulación, compatibilidades con otros productos, etc.; el fabricante debe aportar la máxima información sobre dicho producto avalada, en su caso, con los correspondientes informes.

Los productos protectores utilizados en el tratamiento de la madera de edificación deberán encontrarse inscritos en el Registro del Ministerio de Sanidad y Consumo.

G.2 PROTECTORES DE LA MADERA CONTRA ORGANISMOS XILÓFAGOS

G.2.1 Composición.

Los protectores de la madera están compuestos principalmente por materias activas, productos fijadores y solventes. Las materias o los principios activos tienen propiedades insecticidas y/o fungidas y se fijan en la madera por medio de los productos fijadores; ambos productos se introducen en el interior de la madera a través del solvente que actúa como vehículo.

a) Materia activa

Son los principios activos que poseen propiedades fungicidas y/o insecticidas contra los agentes biológicos que degradan la madera (hongos e insectos). Actualmente se están utilizando las siguientes materias:

- Sales minerales: las más utilizadas son las de cobre, flúor, boro y arsénico.
- Productos de síntesis: son moléculas químicas más o menos complejas como por ejemplo los piretroides, los amonios cuaternarios, etc.

b) Solvente

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

- Disolventes orgánicos: permiten solubilizar la mayor parte de los productos de síntesis y presentan un buen poder de penetración y de difusión en la madera. Dentro de estos disolventes se distinguen dos tipos: los ligeros, que se evaporan rápidamente y los pesados, que son más grasos y que tienen un gran poder de difusión. Estos últimos presentan algunos inconvenientes como su lento secado, su olor persistente, riesgos de que aparezcan manchas, problemas posteriores con el encolado de piezas, etc.
- Agua: permite solubilizar casi todas las sustancias (especialmente las sales minerales), algunas sales orgánicas (amonios cuaternarios, pentaclorofenatos de sodio, etc.). Asimismo el agua permite introducir emulsiones de productos de síntesis no solubles en agua (una emulsión es un líquido de aspecto lechoso en el cuál se mantienen en suspensión sustancias insolubles en agua con grasas, aceites, etc.).

c) Productos fijadores:

En función de su comportamiento a lo largo del tiempo se clasifican en productos que permanecen y que no desaparecen, productos que se evaporan y productos que se deslavan (desaparecen por la acción del agua). Hay que tener en cuenta que en ciertas aplicaciones la desaparición de estos productos por deslavado no puede producirse, como por ejemplo en la clase de riesgo I.

En la práctica su clasificación depende de como se realiza su fijación:

- Fijación por reacción química, por ejemplo los productos que incorporan sales de cromo fijan en la madera al cobre o al arsénico mediante reacciones químicas.
- Fijación por resinas, en este caso las materias activas se «encolan» o pegan en la madera.

Este tipo de fijación es el que utilizan normalmente los productos que incorporan materias activas procedentes de síntesis.

G.2.2 Características de los protectores de la madera

Las principales características que debe tener un protector de la madera son las siguientes:

- Propiedades fungicidas y/o insecticidas respecto a los organismos xilófagos.
- Mantenimiento de su eficacia protectora a lo largo del tiempo, según las condiciones o situaciones de exposición de la madera tratada.
- Fácil introducción en la madera por un procedimiento adecuado.
- No debe alterar las propiedades de la madera exigidas para el uso a que vaya a ser destinado.

Además de estas características principales, habrá que tener en cuenta otras posibles propiedades que dependerán del uso final, entre las que se mencionan las siguientes:

- Olor y color de la madera tratada.
- Corrosión de los metales.
- Degradación de los plásticos.
- Compatibilidad con las colas.
- Producción de migraciones a los materiales o productos porosos en contacto con ella.
- Toxicidad para el hombre, animales domésticos o plantas.
- No deben aumentar la inflamabilidad de la madera.

G.2.3 Eficacia del producto

La eficacia de un producto frente a un determinado agente degradador se comprueba mediante los «ensayos de eficacia». En estos ensayos se determina el umbral mínimo de eficacia, es decir la dosis a partir de la cuál el producto elimina o no permite el desarrollo del agente. El fabricante del producto, mediante el correspondiente informe de ensayo, ha de especificar este dato. En este aspecto se recalca la importancia de que el ensayo sea realizado por un laboratorio de reconocido prestigio como el INIA (España), CTBA (Francia), BAM (Alemania), BRE (Reino Unido), etc.

Normalmente el informe de la eficacia del producto junto con su composición química y con el informe de sanidad (relativo a las recomendaciones durante su utilización o a los posibles problemas que pueden surgir de su incorrecta manipulación) y su composición química se recogen en el «Registro del Ministerio de Sanidad y Consumo».

G.2.4 Clasificación de los protectores

Los productos protectores se pueden clasificar en función de su composición química (materias activas, solventes y productos fijadores) en los siguientes:

- Protectores hidrosolubles
- Protectores hidrodispersables (emulsiones)
- Protectores en disolvente orgánico
- Protectores mixtos
- Protectores orgánicos naturales.

Actualmente existe una tendencia a utilizar productos «naturales», que utilizan materias proce-

dentes de la naturaleza sin ninguna modificación química de los mismos. Estos productos tienen una buena imagen por su propio carácter natural, pero todavía no se dispone de una suficiente información sobre su eficacia y viabilidad.

G.2.4.1 Protectores hidrosolubles

Su aplicación más característica es el tratamiento en profundidad mediante autoclave para la madera nueva y a veces para la que pueda desmontarse de la obra para llevar a la planta de tratamiento. Son mezclas de sales minerales utilizadas en solución acuosa a una concentración determinada. La concentración varía en función del grado de protección deseado, del método de tratamiento y de la especie de madera a proteger. Estos protectores están constituidos por tres elementos:

- Principios activos fungicidas y/o insecticidas: sales minerales.
- Productos fijadores: sales minerales con propiedades fijadoras.
- Solvente: agua.

Atendiendo a su fijación en la madera se distinguen los siguientes productos:

a) Productos de fijación rápida y difícilmente deslavables.:

Se deben aplicar mediante sistemas que aseguren una penetración y una ocupación del volumen libre de la madera por la solución de tratamiento; ya que la rápida fijación de sus componentes puede provocar la obturación de las vías de circulación del líquido e impedir una buena penetración del mismo. Son apropiados para el tratamientos en autoclave sobre madera seca. Los productos más característicos son los siguientes:

- Sales CCB (Cromo, Cobre y Boro).
- Sales CFK (Cromo, Flúor y Cobre).
- Sales CCA (Cromo, Cobre y Arsénico).
- Sales CX (Cobre HDO y Boro)

El papel que desempeñan cada uno de los compuestos es el siguiente:

- Insecticida: sales de arsénico, de flúor o de boro.
- Fungicida: sales de cobre
- Fijación de las materias activas: sales de cromo.

Actualmente existen presiones medioambientales que están provocando la modificación y la sustitución de algunos compuestos. Algunos productos ya no incorporan sales de arsénico o compuestos de cromo, que han demostrado una gran efectividad y seguridad a lo largo de muchos años. Estos nuevos productos presentan la misma efectividad pero son más caros.

b) Productos de fijación lenta:

Son productos que quedan menos fijos en la madera que los anteriores. Son apropiados para el tratamientos en autoclave sobre madera seca y para los tratamientos de difusión sobre madera húmeda. Los más característicos son los siguientes:

- Cromo-Flúor.
- Cromo-Boro-Flúor.
- Sales de amonio cuaternario-ácido bórico

El flúor se caracteriza por su movilidad y por no fijarse permanentemente en la madera. Debido a esta característica el flúor se desplazará a la zonas en las que se originen aumentos del contenido de humedad de la madera. Para compensar las posibles pérdidas que se producen por el deslavado, los fabricantes recomiendan dosificaciones superiores que tienen en cuenta este hecho.

c) Productos deslavables o carentes de sales fijadoras.

Se aplican generalmente sobre madera húmeda, bien mediante un tratamiento de difusión cuando se desee alcanzar una protección profunda o bien por inmersión breve o pulverización para conseguir una protección superficial.

La madera tratada con protectores hidrosolubles y una vez seca presenta un aspecto limpio, aunque generalmente adquiere un color verde debido a la oxidación del cobre. Algunos productos hidrosolubles incorporan pigmentos y la madera tratada puede adquirir tonalidades marrones, grises, etc., que evitan utilizar posteriormente productos decorativos. Estos productos pigmentados se utilizan cuando se quiere que la madera tenga un color determinado (vallas de madera, terrazas de exterior, suelos de exterior, muros de contención del terreno, macetas de madera, etc.). También es posible añadir ceras que mejoren su repelencia al agua y disminuyen la aparición de fendas y deformaciones, aunque la eficacia de estos aditivos suele ser limitada en el tiempo (1 año) y requieren un mantenimiento.

Estos protectores se aplican normalmente sobre madera seca (con un contenido de humedad inferior al 28%) pero la humedecen durante el tratamiento, por lo que posteriormente requieren un secado para que se evapore el agua y terminen de fijarse las sales. Durante este secado, y dependiendo de la especie de madera utilizada, se pueden producir fendas y deformaciones.

Su forma de presentación, aunque posteriormente deben disolverse en agua a la concentración definida, puede ser en forma líquida, pasta, polvo o cartuchos (en este último caso no se disuelven en agua, ya que utilizan el agua de la propia madera para introducirse en ella).

G.2.4.2 Protectores en disolvente orgánico

Son los más utilizados en el tratamiento curativo de la madera debido a su mayor facilidad de penetración y al hecho de no ser deslavables con el agua. Son productos constituidos por formulaciones complejas en las que intervienen los tres elementos siguientes:

- Principios activos: compuestos orgánicos de síntesis.
- Productos fijadores: resinas
- Solventes: disolventes orgánicos, hidrocarburos alifáticos derivados del petróleo.

Los principios activos que se utilizan evolucionan continuamente por lo que no resulta factible enumerarlos. Estos principios son cada vez más eficaces y respetuosos con el medio ambiente. Atendiendo a las propiedades biocidas de sus principios activos pueden clasificarse en fungicidas e insecticidas. Estos productos se comercializan en forma líquida. Cuando el disolvente se ha evaporado por completo, la madera queda con un aspecto limpio, sin cambios de color, dispuesta para recibir cualquier tipo de acabado. No manchan los materiales con los que está en contacto, no son corrosivos y no aumenta la inflamabilidad de la madera. En esta clase están incluidos los protectores de la madera repelentes al agua y los decorativos (lasures). Se aplican sobre madera seca (el contenido de humedad máximo permitido es del 28 %).

G.2.4.3 Protectores hidrodispersables (emulsiones)

Son los productos más adecuados para el tratamiento de muros y para la realización de las barreras en el suelo contra las termitas. Su ventaja radica en que al ser emulsiones acuosas no son deslavables aplicados en el suelo o en los muros. No obstante, debe preverse que no existen corrientes subterráneas que puedan alcanzar la zona tratada.

Son mezclas de principios activos no solubles en agua a los que se añade un emulgente para producir una buena dispersión en agua; comercialmente se los conoce como emulsiones. Los principios activos son compuestos orgánicos. En cierto modo se pueden considerar como productos intermedios entre los protectores hidrosolubles y los protectores en disolvente orgánico; con los primeros tienen en común el vehículo para ser introducidos en la madera y con los segundos los principios activos. Las emulsiones pueden ser más o menos finas en función del tamaño de los polvos utilizados, pero en la protección de la madera se suelen utilizar microemulsiones muy finas. Atendiendo a las propiedades biocidas de sus principios activos pueden tener propiedades fungicidas e insecticidas. La fijación de las materias activas se realiza a través de la resina.

Este tipo de productos tienen un gran futuro de cara a las nuevas exigencias medioambientales al utilizar como vehículo el agua. La madera tratada con protectores hidrodispersables, por regla general no cambia de color, admite un acabado posterior, es compatible con la mayoría de los adhesivos, no es corrosiva para los metales ni para los plásticos, no ve aumentada su inflamabilidad y no mancha los materiales con los que está en contacto.

G.2.4.4 Productos mixtos

Recientemente han aparecido en el mercado productos cuyos principios activos mezclan sales minerales (de cobre y de boro) con productos de síntesis. Todavía no se puede disponer de mucha información porque se está comprobando su eficacia para la clase de riesgo 4. De todas formas demuestran la continua evolución y mejora que se está desarrollando en el campo de la protección de la madera.

G.2.4.5 Protectores orgánicos naturales

Los más conocidos son las creosotas que se obtienen de la destilación del alquitrán de hulla o de la pirólisis del petróleo. La madera tratada adquiere un color oscuro y no se puede barnizar o pintar, tiene un olor picante característico, produce daños en la piel y tiene efectos nocivos para el hombre. Su utilización se limita casi exclusivamente al tratamiento de traviesas y de postes. Es un producto muy conocido y está muy normalizado tanto desde el punto de vista de su composición (riquezas e impurezas) como de su utilización.

G.3 PRODUCTOS RETARDANTES DEL FUEGO

G.3.1 Tipos de protectores ignífugos

La mayoría de las formulaciones para la mejora del comportamiento al fuego de la madera incluyen productos químicos basados en el Fósforo, Nitrógeno, Boro, Silíceo y en otras combinaciones que producen sinergias con los anteriores (fosfatos de amonio, sulfato de amonio, borax, ácido bórico, etc.).

Los productos ignífugos se pueden clasificar según el método de aplicación y su composición en las siguientes clases:

a) Productos aplicados en autoclave:

La aplicación de estos productos mediante autoclave no se realiza actualmente en España, aunque sí en algunos países de Europa.

Existen tres tipos de productos que se diferencian entre sí por su aptitud para el empleo en diferentes ambientes.

Los primeros se basan en sales y son adecuados en interiores. Una exposición prolongada a condiciones ambientales con una elevada humedad relativa del agua provoca una migración o eflorescencia de la sal. Su uso se restringe a ambientes de interior donde las humedades relativas del aire no excedan del 75 %.

Los segundos se basan en sistemas semicomplejos resistentes a la humedad. Los productos químicos que incorporan tienen menos solubilidad e interacción química con el agua. Pueden utilizarse en aplicaciones de interior y en el exterior solamente cuando estén protegidos de las inclemencias atmosféricas.

Y los terceros están basados en sistemas de resinas poliméricas resistentes a los deslavados. La madera o los tableros tratados pueden utilizarse en aplicaciones de interior o de exterior. Su exposición total al exterior puede producir de forma puntual deslavados que reducen su efectividad pero en un grado mucho menor que en los otros tipos de tratamiento.

b) Productos de aplicación superficial:

Estos productos se aplican sobre la superficie de las piezas de madera y evitan la formación o aparición de llamas. Su acabado puede ser transparente para no ocultar el aspecto de la madera (barnices) u opaco (pinturas). Las capas del producto pueden aplicarse por pincelado, pulverizado o por procesos mecánicos, como por ejemplo cortinas de barnizado, y deben tener el espesor de película adecuado para que sean efectivos.

Los sistemas de recubrimientos superficiales utilizan productos químicos retardadores del fuego similares a los que se emplean en la impregnación de la madera o a los que se incorporan en los tableros.

Existen dos tipos de productos, las pinturas intumescentes y las no intumescentes. Las primeras son recubrimientos que se hinchan o aumentan de volumen cuando se aplican altas temperaturas formando una capa aislante que protege a la madera. Las no intumescentes se formulan con materiales que generan una interfase química aislante cuando se aplican altas temperaturas.

e) Productos para el tratamiento de los tableros derivados de la madera:

Estos productos se incorporan durante el proceso de fabricación de los tableros, por ejemplo en los tableros de partículas se pueden mezclar con las partículas de madera antes de que se encolen para conseguir una buena homogeneización; en los tableros de fibras la manta de fibras se pulveriza con la solución del producto o se introduce durante el proceso de formación de la manta.

G.3.2 Efectos de los productos retardantes del fuego sobre otras propiedades de la madera

Es relativamente fácil obtener productos de la madera con mejores propiedades frente al fuego, ya que la mayoría de los retardadores permiten reducir los diferentes parámetros de combustión, pero algunos tratamientos o productos suelen tener consecuencias adversas para las propiedades de la madera, aunque ya se está trabajando en su eliminación o mejora. La madera ignifugada normalmente es más sensible a la humedad, se decolora, es más corrosiva, sus propiedades mecánicas pueden reducirse y en aplicaciones de exterior hay que tener en cuenta que los tratamientos pueden no ser duraderos, además también pueden debilitar o perjudicar el encolado o el pintado. La mayoría de estos efectos están asociados a los tratamientos de impregnación, pero algunos de ellos como por ejemplo la inferior durabilidad y la corrosión también se pueden asociar a los tratamientos superficiales.

La impregnabilidad de la madera, al igual que ocurre en el tratamiento contra agentes xilófagos, influye sobre la efectividad del tratamiento; pero en los tratamientos ignífugos las diferencias de comportamiento de las especies de madera no tienen tanta importancia. Una correcta impregnación superficial a veces es suficiente para reducir la inflamabilidad, que es un fenómeno que se produce, en la mayoría de los casos, en la superficie.

a) Sensibilidad a la humedad:

Los retardadores del fuego tradicionales son soluciones acuosas de sales simples que pueden migrar en el interior de la madera cuando está expuesta a cambios de humedad relativa del ambiente. Las sales pueden cristalizar sobre la superficie de la madera y originar algunos problemas que pueden influir en los aspectos estéticos e incluso provocar dificultades técnicas en el encolado y pintado (la adhesión de la madera con la cola o la pintura se reduce).

b) Durabilidad:

La durabilidad de los tratamientos retardadores contra el fuego bajo condiciones de humedad está estrechamente ligada con la solubilidad de los productos químicos utilizados. Existen excepciones, como es el caso de los productos que reaccionan y que forman sustancias no solubles. Los tratamientos más durables están basados, normalmente, en dichas reacciones de resistencia. De modo general, a los tratamientos superficiales se les asigna una durabilidad del orden de 5 a 10 años.

c) Decoloración:

La gran mayoría de los retardadores contra el fuego cambian el color de la madera. En principio esto puede suponer un problema, pero también se podría utilizar como una ventaja si se quiere distinguirlos de los productos que no están tratados. Sin embargo en algunos casos el color es demasiado fuerte o no es el adecuado y suele cambiar rápidamente con el paso del tiempo.

Por ejemplo, los barnices transparentes suelen tender a tomar un color blanquecino con el paso del tiempo.

d) Corrosión:

Los retardadores contra el fuego normalmente son ácidos o básicos y pueden degradar los herrajes metálicos durante la vida de servicio. Otros componentes como los halógenos también pueden ser corrosivos como lo demuestran los ejemplos reales en que se ha producido y los ensayos realizados. Este problema se soluciona utilizando inhibidores.

e) Propiedades mecánicas:

Las propiedades mecánicas de la madera suelen disminuir después de realizar la impregnación con sales inorgánicas. Las sales higroscópicas parece que son las peores, en parte debido al incremento del contenido de humedad que provocan; las de boro son las que parecen tener menos influencia. Las propiedades mecánicas también se pueden reducir si se incrementa demasiado la temperatura en el secado artificial; la madera tratada con retardadores contra el fuego inorgánicos debería secarse a temperaturas suaves.

El efecto de los retardadores contra el fuego de tipo orgánico sobre las propiedades mecánicas de la madera todavía no se ha estudiado con profundidad, pero algunos resultados indican que las resistencias mecánicas podrían incrementarse.

f) Crecimiento de hongos:

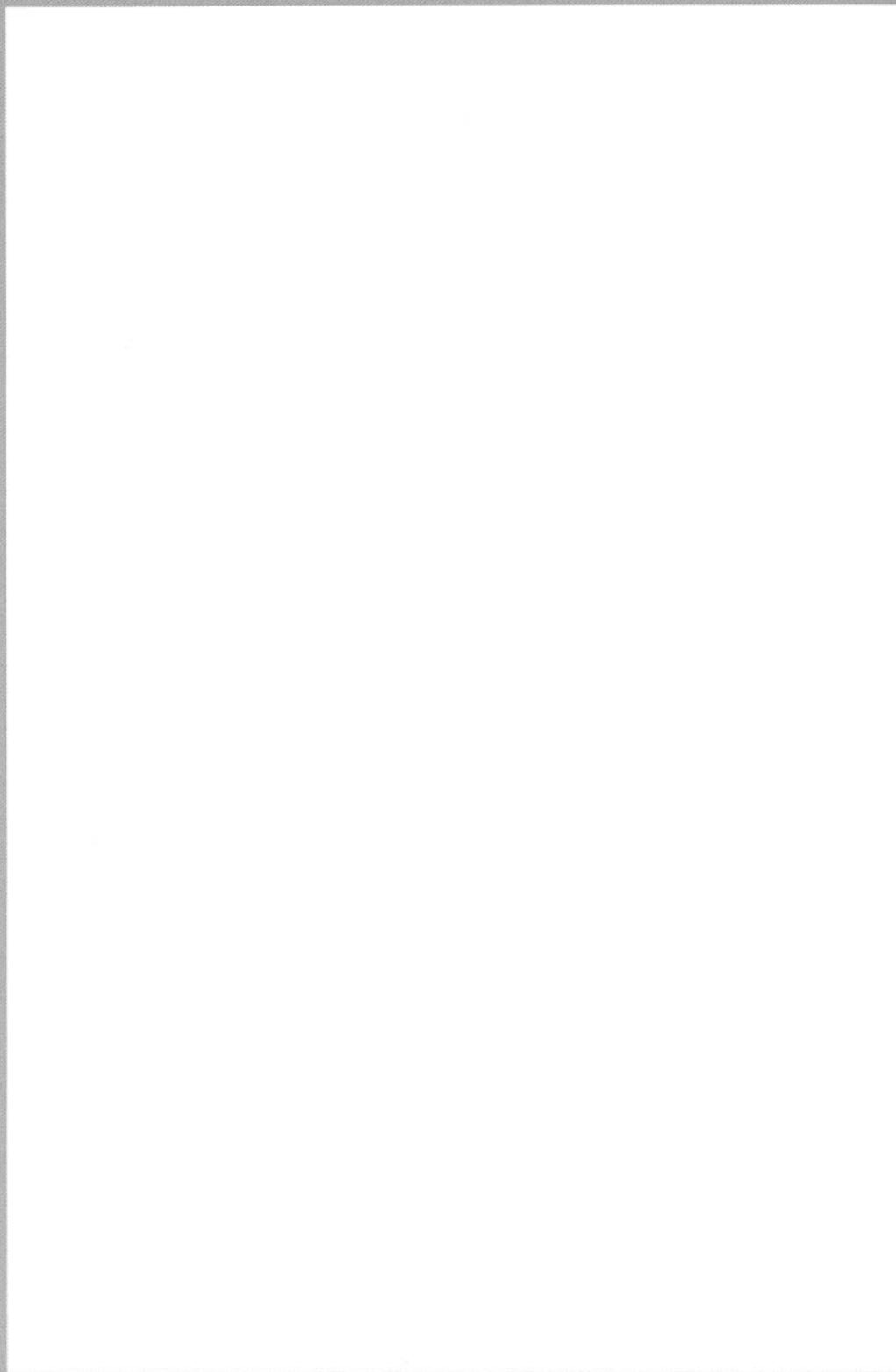
En algunos casos se ha observado el crecimiento de hongos, incluso con humedades relativas moderadas, pero raras veces se menciona este hecho en la literatura. Su crecimiento está asociado principalmente con algunos retardadores del fuego que contienen fósforo y nitrógeno, y realmente no debe extrañar ya que estos dos productos son fertilizantes y nutrientes para los organismos. Los productos fungicidas podrían disminuir o evitar el crecimiento de los hongos, pero se prefieren otros medios.

g) Mecanización de la madera:

La presencia de sales cristalizadas en la madera ignifugada provoca efectos abrasivos en los útiles de corte, por lo que se recomienda utilizar los de carbono de tungsteno. La solución más acertada es realizar la mecanización de la madera antes de realizar el tratamiento.

h) Encolado:

El encolado de la madera tratada puede convertirse en un problema en algunas aplicaciones. Si la madera o el elemento de madera no va a desempeñar funciones estructurales se pueden emplear colas de caseína, urea o resorcina. En el caso de la madera con funciones estructurales se deben emplear colas especiales de resorcina.



Anexo H

Métodos
tradicionales
de tratamiento

H.1 Durabilidad natural y tratamientos protectores

El conocimiento de la durabilidad de las maderas se remonta a tiempos del profeta Isaías; en la Biblia se utiliza el término de madera incorruptible (Isaías 40 18-20), asimismo, para referirse a maderas de gran durabilidad se cita en la Biblia que hace aproximadamente 5.000 años, se construyó el arca de Noé con madera de Ciprés y unos 2.000 años después, en el año 968 a.C. el templo de Salomón se edificó con madera de Cedro, *Cedrus libani* (G.Don) Loudon, traído de tierras fenicias. ¿Porqué traer de lejos estas maderas y no utilizar otras más asequibles en tan importantes construcciones? Es de suponer, que ya entonces se conocía la durabilidad natural de dichas especies.

Plinio el viejo, científico y enciclopedista romano, en el siglo I d.C, pone de manifiesto en su obra *Historia Naturalis* (Hernández y Huerta, 1999), los conocimientos científicos y técnicos de la época, y distingue la albura y el duramen, sus diferentes propiedades y su durabilidad.

La resistencia natural de la madera contra los organismos xilófagos depende principalmente de ciertas sustancias con gran poder antiséptico incluidas en los tejidos vegetales. Existen 200 ó 300 sustancias en los vegetales, que se pueden considerar como conservantes naturales. Éstas, pertenecen a los grupos químicos de los Fenoles, Quinonas, Flavenonas, Terpenos, Troponoles y Alcaloides. Por ejemplo, los polifenoles que impregnan los tejidos de la madera de duramen son responsables en gran medida de su superior durabilidad, además de conferir mayor estabilidad dimensional a la madera (Kraemer, 1958). Desde que el ser humano utiliza la madera (es decir, desde siempre), ha intentado por diferentes medios mejorar sus propiedades para que su trabajo perdurase en el tiempo. Los primeros conservantes bituminosos tradicionales poseían un menor poder antiséptico, del orden de 10 a 100 veces menos, que las sustancias naturales; no obstante, desde el desarrollo de los insecticidas y fungicidas sintéticos, la eficacia de los productos naturales se ha visto, en comparación, notablemente mermada (Kraemer, 1958). La principal baza de estos últimos actualmente, es su naturalidad, debido a la creciente preocupación medioambiental y ecológica.

H.2 Antecedentes de la protección de la madera. Métodos y protectores tradicionales

El primer dato sobre la utilización de metodologías concretas de tratamientos protectores para madera se remonta a hace unos 250 mil años en una lanza de madera de tejo de manufactura «levalloisiense» con la punta trabajada y endurecida por el fuego y que fue hallada dentro del esqueleto de un elefante en Leheringen, Alemania (Martín Diéguez, 1976).

Carbonización superficial:

La eficacia de la carbonización superficial, conocida como vemos desde épocas muy remotas, es debida según J. López y C. Lanaja (1885),

«en primer lugar a la propiedad antipútrida del carbón, en segundo lugar a la elevación de la temperatura que destruye los gérmenes fermentales en la capa de leño situada detrás de la carbonizada, en tercer lugar, a los productos empireumáticos desprendidos de esta parte de la madera que ha experimentado un principio de destilación, los cuales penetran en los tejidos interiores y tienen propiedades antisépticas».

Por estos motivos, a principios del siglo XIX, la carbonización seguía considerándose como un tratamiento protector para la madera, aunque ya empezaba a tener sus detractores, Narciso Arau y Vidal, maestro de obras del primer tercio del siglo XIX, comenta en su obra Tratado de carpintería

«Para conservar por más tiempo las maderas enterradas, se acostumbra a carbonizar las partes que están en contacto con la tierra, pero este proceder no ha dado los resultados que se esperaban. El coronel Emy, hace observar con razón, que la carbonización sobre las maderas no puede tener otra ventaja que impedir el contacto inmediato con las tierras húmedas, pero este procedimiento tiene el inconveniente de destruir un grueso de buena madera para ser convertida en carbón. En lugar de carbonizar la madera que se quiere enterrar, vale más según él, dejarla intacta, y circiirla de materiales no conductores de la humedad, como la arena, la grava síricosa y las escorias de fragua».

Protectores bituminosos y sales protectoras:

En la construcción del arca de Noé, 3.000 años a.C., el libro del Génesis cita textualmente «...hazte un arca de madera de resinosas y la calafateas por dentro y por fuera con betún...» (Génesis cap VI, vers. 14).

Teogonia Hesiodo, ya en los siglos VIII y IX a.C. habla de la acción antiséptica del humo producido en la combustión de la leña (debida, como se ha sabido posteriormente a los vapores de creosota). El historiador griego Herodoto, 484-426 a.C., describe en su obra la destilación del aceite de cada procedente de la madera de *Juniperus oxicedrus* L. (Martín Diéguez, 2000) y junto con Plinio el Viejo, 23-79 d.C., menciona en su obra que los antiguos egipcios empleaban productos bituminosos y resinas de Cedro para conservar y embalsamar los cadáveres y los valiosos manuscritos. Así mismo, Dioskorides en el siglo I d.C., describe en su obra «*De materia médica*» las características y propiedades de la esencia de la madera de enebro (*J. oxicedrus*) como antiséptico.

El mismo Plinio, habla de la fabricación de sustancias oleaginosas, alquitranosas y asfálticas,

apropiadas para inmunizar la madera contra hongos e insectos. Cabe destacar la descripción del proceso de destilación del aceite esencial del enebro visto anteriormente por Herodoto. Como dato curioso aparece el tratamiento practicado sobre la estatua de madera de la diosa Diana en el Templo de Efeso, la cual, antes de ser instalada, fue tratada en el año 628 a.C. con aceite de cada, abriendo en la madera numerosos orificios de poco diámetro y gran profundidad en los cuales se hacía penetrar el aceite que fluía de un recipiente colocado a mayor altura (lo que recuerda a algunos tratamientos actuales). Catón el Antiguo, 234-149 a.C., preconizaba en su obra *«De re rustica»*, pincelar la madera con aceite de oliva condensado (reduciendo su volumen por cocción a la mitad). En tiempos de Julio César, Vitrubio, en su *«Tratado de arquitectura»*, comenta las propiedades del Enebro y del Cedro y de sus resinas y aceites esenciales:

«...El cedro y el enebro tienen las mismas propiedades (que el pino y el ciprés) y usos; pero mientras que del ciprés y el pino sale resina, el cedro destila un aceite con el que se untan las cosas, y especialmente los libros para preservarlos de la polilla y de la carcoma...».

En la edad media (siglos V a XV) se empleaba, tanto el asfalto y los productos del petróleo, como el alquitrán extraído de la madera. Tras el descubrimiento de América en 1492, se aprende de los nativos la protección de la madera con resinas y caucho. En el siglo XVII se intensificó el uso de sustancias bituminosas, Glauber, entre otros, aconseja en el año 1675 la inmersión repetida de la madera en una mezcla de alquitrán vegetal y ácido piroleñoso. En el siglo XVIII se produce la primera patente para conservar la madera, en EEUU, concedida al doctor William Crook que en 1716 recomendaba el uso de un antiséptico bituminoso derivado del alquitrán. Mackonochie recomendaba en 1805 someter a la madera, en «vaso cerrado» (refiriéndose al recipiente), a los vapores resinosos de la Teca (*Tectona grandis* L.f.). Semple en 1815 secaba la madera primero por acción del humo y la sumergía después en alquitrán o aceite de linaza previamente calentado.

Biston, Hanus, Boutereau y Gauché, recopilan en 1825 las experiencias de varios de sus colegas, reconocen acertadamente que *«... todas las maderas expuestas a la acción sucesiva de los elementos no tardan en perecer, a pesar de cualquier cuidado que se haya tomado para su conservación...»*, no obstante, describen diferentes tratamientos que, si bien, no impiden el deterioro, si lo ralentizan en mayor o menor medida.

La primera de esas metodologías es la inmersión en agua salada o agua marina, práctica esta bastante extendida en aquella época. Para la protección contra insectos xilófagos describe un procedimiento por inmersión en una infusión de corteza de nogal, a la que se añade alumbre, para posteriormente recubrir la pieza con grasa de cerdo. Otro producto protector bastante utilizado, según estos autores, en la Inglaterra del siglo XIX era el ácido piroleñoso o vinagre de la madera, aplicado con brocha después del aserrado. Otros autores citados en la obra de Biston como Brochard y Watteau, proponían procedimientos de conservación basados en la impregnación de la madera con productos bituminosos mezclados con sales, como muestra el siguiente ejemplo:

Preparación bituminosa

<i>Alquitran mineral</i>	<i>2/8</i>
<i>Alquitran de madera</i>	<i>1/8</i>
<i>Aceite de nafta</i>	<i>2/8</i>
<i>Aceite de esquistos de pizarra</i>	<i>3/8</i>

Sales

Cloruro de calcio y sulfato de sodio
Cloruro de hierro y sulfato ácido de alúmina

Por su parte M. Francois propone un procedimiento basado en la utilización de sales ácidas de cinc (pirolignito, sulfato o cloruro). Propone este mismo autor la impregnación de la madera con cloruros delicuescentes (higroscópicos) para minimizar los movimientos de la madera debidos a los cambios de humedad.

La primera referencia del uso de presión en los tratamientos protectores la tenemos en el maestro de obras Narciso Arau y Vidal, que en su obra *Tratado de carpintería* menciona que en 1831, Breant impregnaba maderas en un «...cilindro saturado de sulfato de hierro y materias untuosas, ejerciendo en el interior del cilindro, por medio de una bomba, una fuerte presión sobre el líquido, así llegó a penetrar la madera hasta el corazón».

Pinturas y barnices:

Las primeras aplicaciones de la pintura hace ahora unos 15.000 años (pinturas rupestres) eran puramente decorativas o artísticas. En China 1.500 años a.C. las paredes de madera de la cámara de la Tumba de Anyang, aparecen en ocasiones pintadas o esmaltadas (Martín Diéguez, 1976). Hace más de 2.000 años, los egipcios fabricaban pinturas con la goma arábiga (goma obtenida del árbol *Acacia senegal Willd.*); el examen de un sarcófago egipcio de unos 1300 años a.C. demostró que se había usado una oleoresina o bálsamo para cubrirlo a modo de barniz.

Los romanos por su parte conocían las propiedades beneficiosas como hemos visto, de los protectores bituminosos, y utilizaban para la fabricación de pinturas el aceite de linaza. Los principios de la fabricación de barnices fueron descritos por primera vez en el siglo XI, el sistema consistía en la mezcla de aceites y resinas, posiblemente aceite de linaza con ámbar.

A partir del siglo XII se empiezan a utilizar las pinturas y barnices como protectores de la madera, y no como meros recubrimientos decorativos. Los siglos XVII y XVIII supusieron un importante avance en el campo de las pinturas y los barnices, gracias fundamentalmente a las aportaciones de los pintores al óleo. Leonardo da Vinci, recomienda por ejemplo para que la pintura sea duradera el uso de aceite de nogal y ámbar. El uso del ámbar en la fabricación artesanal de pinturas y barnices durante esta época fue muy extendido y recomendado por numerosos artistas como Rembrandt, Gentileschi, Raphael, Van Dyke, Van Eyk, etc. Los viejos maestros eran capaces de obtener asombrosos resultados con el uso de aceites (de linaza o de nogal), resinas, y bálsamos naturales, tratados a elevadas temperaturas. La goma arábiga, la clara de huevo, la gelatina y la cera de abeja, fueron los primeros medios fluidos para el uso de pigmentos como el añil, con los que fabricar pinturas.

Los profesores de la academia de artillería D. José López y Larraya y D. Casimiro Lanaja y Mainar citan en su obra sobre «Metales y Madera» publicada en 1885 el uso de determinadas pinturas destinadas a preservar la madera con la siguiente formulación:

«Una de las pinturas muy usada, que da a las maderas el color blanco, está compuesta de:

Albayalde	8 kg
Aceite de linaza	2,25 litros
Esencia de trementina	0,25 kg

La siguiente composición se emplea con frecuencia en Inglaterra en la carena de los barcos:

Albayalde	56 kg
Litargirio	3 kg
Cola	13 kg
Aceite de Linaza	4,5 kg
Esencia de trementina	2,25 kg

... A dichas mezclas puede adicionarse negro de humo u otra materia colorante, para obtener el color aplomado o el que se desee, aumentando como es consiguiente la proporción de disolvente o disminuyendo la cantidad de albayalde.»

Estos mismos autores recomiendan el uso de otras pinturas cuyos componentes son el alquitrán, las resinas, el azufre, algunos silicatos y otras sustancias...

Protección contra el fuego:

Biston, Hanus, Boutereau y Gauché, proponen en 1825 metodologías para dotar a la madera de incombustibilidad, o al menos de una reducción de su inflamabilidad. La manera más eficaz, dicen, es evitar la llegada del oxígeno a las zonas de posible combustión. Con este fin se pueden utilizar disoluciones salinas formadas por los sulfatos de alúmina y de hierro, comúnmente denominados alumbre, vitriolo de hierro y vitriolo verde. También se pueden utilizar los sulfatos de potasio y de sodio, así como los muriatos de potasio y de sodio, particularmente esta última, conocida con el nombre de sal marina o sal de cocina. Pero, de todos los medios conocidos que parecen poder retardar, al menos la combustión súbita de la madera, se cita como el mejor, aquel que consiste en impregnar la madera con una lejía vitriólica mezclada con orina. La pieza que ha recibido esta impregnación puede exponerse al fuego sin temor a que entre en combustión; se carboniza y se consume lentamente sin producir llama. Son necesarios al menos 15 días de inmersión en este producto para que la madera se sature suficientemente (Biston et al. 1825).

Por su parte, Faggot recomienda hervir la madera en una disolución de vitriolo verde (sulfato de hierro) o de alumbre (Biston et al. 1825).

Otro método propuesto para convertir la madera en incombustible es el del doctor Facles, de la academia de ciencias de Munich (Biston et al. 1825). El método en cuestión consiste en la utilización de un álcali cáustico en disolución con una cierta materia terrosa granulada, lavada o tamizada, que aplicada sobre la madera le confiere una superficie vítrea.

De forma quizás más realista algunos autores (López et al. 1885) proponen que sin pretender que la madera se convierta en incombustible se consigue cierta resistencia al incendio, al iniciarse

la combustión con mayor lentitud y sin desprendimiento de llama, cuando se impregna la madera con sulfato de cobre.

Estos mismos autores proponen una mezcla que además aumentará la durabilidad:

<i>Alumbre</i>	16 kg
<i>Sulfato de cobre</i>	16 kg
<i>Bromuro o yoduro de sodio</i>	2 kg
<i>Agua</i>	1000 kg

Este líquido se inyecta dentro de la madera a presión y a la temperatura ambiente. También se hace referencia a la utilización de cemento para protección contra el fuego, basándose en las propiedades retardantes del silicato de potasio. Se extiende con brocha y deja la madera aparentemente barnizada. Un ejemplo del uso de este procedimiento fué la reedificación del Alcázar de Segovia (Biston et al. 1825).

H.3 Protectores tradicionales en la actualidad

Como se comentaba al comienzo del anexo, los modernos productos industriales sintéticos han ido desplazando por sus cualidades y precio a los protectores tradicionales, pero aún perdura un mercado, bien sea por los motivos ecológicos anteriormente comentados, bien porque en determinados trabajos de restauración se necesita imitar en la medida de lo posible los acabados antiguos, o bien, por puro romanticismo, la cuestión es que hoy por hoy, existen en el mercado un gran número de protectores y acabados naturales basados en los descritos a lo largo del presente capítulo.

Enfocados más a un consumidor amante del bricolaje o a profesionales especializados en restauración que a los actuales procedimientos industriales más prácticos, podemos encontrar en el mercado aceites como el de linaza o acabados a base de ceras naturales de abeja, tintes como el baño de nogal o el betún de Judea, gomas y resinas como el ámbar o la goma laca etc.

A continuación se describen someramente los productos naturales de uso más extendido:

H.3.1 Pigmentos y tintes

Los colorantes más utilizados tradicionalmente para el teñido, proceden del reino vegetal, así se encuentra por ejemplo la cáscara del fruto del nogal o el extracto de palo de campeche que se verá posteriormente. De los reinos animal y mineral se obtienen, o bien por trituration de algunos insectos, o por un proceso físico o químico de transformación mineral.

Como disolventes se utilizaban agua, alcohol, esencia de trementina, benzol, bencina, aceites, etc, teniendo en cuenta que cada pigmento o tinte necesita su propio disolvente dependiendo de la naturaleza del mismo. Por otro lado conviene tener presente que un mismo tinte no produce el mismo efecto sobre todas las maderas, dependiendo su comportamiento en gran medida del color inicial de la madera e incluso de las reacciones químicas que se pudieran producir.

Pigmentos blancos:

- **Albayalde:** Es un carbonato básico de plomo que mezclado con el aceite de linaza resulta una pintura muy consistente, con gran poder de cubrición, resistente a los agentes atmosféricos, y de fácil aplicación. Se presenta en el mercado en polvo o pasta, y mezclado con aceites y resinas, recibiendo los nombres de blanco de Venecia, Hamburgo y Holanda, según las proporciones.
- **Blanco de Cinc:** Polvo blanco y ligero a base de óxido de cinc, muy usado en interiores.
- **Blanco de plata:** Pigmento blanco y opaco, parecido al albayalde.

Pigmentos rojos:

- **Minio de plomo:** Llamado también óxido rojo de plomo, se diluye con facilidad en aceite de linaza formando una pintura de fácil secado y endurecimiento. Su empleo fundamental es la protección del hierro.
- **Rojo de hierro:** Se trata de un óxido férrico de tonalidad variable desde el color ladrillo al rojo intenso, no es tan eficaz como el minio de plomo ya que seca peor y con el tiempo se oscurece.
- **Almagre u ocre rojo:** Se obtiene por calcinación de arcillas teñidas con óxidos de hierro, dependiendo la tonalidad del grado de calcinación.
- **Carmín:** Obtenido del insecto de origen azteca denominado cochinilla, da un color rojo púrpura. Utilizado tradicionalmente en lacas y pinturas de diversa índole, con la aparición de los tintes sintéticos en el año 1856, la demanda sufrió una caída que posteriormente se

recuperó para los usos en las industrias farmacéutica, cosmética y de alimentación.

Pigmentos amarillos:

- **Amarillo de cromo:** Se trata de un cromato de plomo, obtenido por oxidación de una sal soluble de plomo, es de color amarillo brillante, opaco y resistente a la luz.
- **Cromato de cinc:** También denominado zincromo, es de color amarillo claro y con gran poder secante.
- **Amarillo de cadmio:** Es un sulfato de cadmio de color variable desde el amarillo pálido al anaranjado, tiene buena capacidad de cubrición y resistencia a la luz.
- **Ocre amarillo:** Son arcillas con hidróxido férrico hidratado, de color amarillo dorado.

Pigmentos verdes:

- **Verde de cromo:** Se trata de un óxido crómico de gran resistencia y poder colorante.
- **Verde de Brunswick:** Es una mezcla de azul de Prusia y cromato de plomo y barita en diversas proporciones dependiendo de la tonalidad deseada, posee gran poder colorante y da aspecto brillante.

Pigmentos azules:

- **Azul ultramar:** Es un polvo finísimo de color azul intenso, formado por varias sustancias, es resistente a la luz pero no a los ácidos.
- **Azul de Prusia:** Polvo ligero y esponjoso, resistente a la luz y a los ácidos.
- **Azul de Cobalto:** Se trata de una mezcla de óxido cobaltoso con impurezas de alúmina y cinc.

Pigmentos negros:

- **Negro de humo:** Se prepara por combustión incompleta de cuerpos orgánicos; puede ser negro de resina, de parafina, de alquitrán etc.
- **Negro de carbón:** De la naftalina o de la combustión de gases naturales recogiendo el hollín de superficies metálicas.

Pigmentos pardos:

- **Sepia:** Extraída de la bolsa de tinta de los cefalópodos, tiene un color muy sólido.
- **Pardos de carbono:** Obtenidos por levigación del hollín de chimeneas y calcinación de materias orgánicas, dan colores pardos muy agradables y consistentes.
- **Tierra de cassel:** Pigmento mineral natural de color pardo de intensidad variable.

Purpurinas:

Se trata de metales y aleaciones metálicas pulverizadas de color y finura variable. Se utilizan fundamentalmente para dorar y broncear la madera y el hierro fijándolas mediante lacas.

En cuanto a los tintes los más utilizados son los siguientes:

Baño de Nogal:

- **Baño de nogal con cáscara de nuez:** Se produce dejando secar las cáscaras y realizando una cocción de las mismas en una cantidad variable de agua que dependerá del grado de coloración deseado.

- Baño de nogal a base de extracto de cassel: Se prepara la mezcla siguiente:

Agua	1000g
Extracto de cassel	100g
Potasa de América	50g

Se calienta la mezcla, agitándola para acelerar la disolución. La tonalidad se regula con la concentración en agua.

- Baño de nogal a base de achicoria: Este tinte se extrae de la raíz de achicoria, tostada, triturada y disuelta en agua.
- Extracto de nogalina: Se trata del producto más habitual y más práctico, se obtiene mezclando:

Extracto de nogalina	83g
Minio	28g
Agua	1000g

Se disuelve la mezcla en agua caliente y se agita para obtener una mezcla homogénea.

Betún de Judea:

Proviene de una resina fósil, sólido en frío y más o menos viscoso en caliente, es de color negro brillante, insoluble en agua, muy resistente al aire, la luz y los ácidos. Se disuelve en caliente en esencia de trementina, benzol, éter de petróleo y aceite de linaza. Oscurece las maderas dando una tonalidad parecida a la del nogal, se trata de una tintura que se comercializa generalmente en forma sólida y una vez triturada se mezcla con benzol o bencina, a razón de 150 g de betún en 1 litro de disolvente.

Tintes rojizos:

- Para maderas de color pálido: Se utilizan las anilinas disueltas en agua o alcohol. Las anilinas son pigmentos sintéticos de color rojo.
- Para acentuar el color de las maderas rojas: Se utiliza el cromato de potasa a razón de 50 g por litro de agua.

Tintes negros:

Para dar a las maderas un tinte negro se usa el extracto de palo de campeche, colorante obtenido de la especie *Haematoxylon campechianum* Linn. también denominado palo tinto o palo de tinte, que se disolverá a razón de 165 g en 1000 g de agua y 10 g de vinagre.

H.3.2. Acabados a base de aceites

Los aceites son productos grasos que, al ser extendidos, absorben oxígeno y se polimerizan, solidificándose, y formando una película elástica y transparente. Los aceites tradicionales más importantes son de origen vegetal, por ejemplo podemos citar el aceite de linaza, de adormidera, de nuez, de cáñamo o de ricino. Como ejemplo de aceites de origen animal podemos citar el de pescado, utilizado tradicionalmente para los acabados expuestos a altas temperaturas

Aceite de cada (=cedría): Aceite esencial procedente de la destilación de la madera de *Juniperus oxicedrus* L. El actual aceite de cada refinado sólo se emplea en determinadas

especialidades farmacéuticas y de perfumería.

Aceite de linaza: Sustancia líquida grasa obtenida mediante el prensado en frío de las semillas maduras del lino. Se ha utilizado tradicionalmente para la conservación de maderas expuestas a la intemperie o enterradas y también en medicina y alimentación.

Pinturas al óleo: Son las que se preparan con aceites vegetales como aglutinante, siendo el de uso más extendido, el aceite de linaza. Para diluir este tipo de pinturas se puede usar la esencia de trementina. Un procedimiento tradicional muy extendido para preservar las maderas expuestas es la aplicación de una mano de aceite de linaza cocido en caliente, seguido de la aplicación de una o dos manos de pintura al óleo.

La esencia de trementina (C₆H₁₆), es un líquido aromático, transparente, obtenido por destilación de la trementina natural, o resina que fluye de las incisiones hechas a los árboles del grupo de las coníferas, fundamentalmente los pinos.

Pinturas bituminosas o asfálticas: Son las que se obtienen por disolución de alquitrán, betún natural, brea de hulla o brea de madera, con aceites grasos, benceno, etc. Aportan un acabado de aspecto brillante que se utilizaba en exposiciones húmedas o enterradas. Generalmente son sólidas a temperatura ambiente por lo que se extienden en caliente.

H.3.3 Acabados a base de ceras

Las ceras son sustancias parecidas a las resinas y las grasas, formadas por secreciones no asimilables de los vegetales y animales. Están constituidas fundamentalmente por ésteres, ácidos grasos, alcoholes, ácidos libres, e hidrocarburos de elevado punto de fusión.

Se han utilizado tradicionalmente, tanto para preservar la madera como para decorarla, amén de muchos otros usos, como velas, cosméticos y productos alimenticios por citar algunos.

Se diferencian tres tipos de ceras según su origen, las ceras animales, las vegetales y las minerales. La cera animal, también denominada cera virgen, que es la más conocida, es una secreción de las abejas, y forma la parte sólida del panal. Esta cera es amarillenta, pero puede ser decolorada con agua oxigenada o por exposición a la luz solar. Las ceras minerales proceden de los subproductos de la destilación del petróleo y se conocen como cerasinas u ozoqueritas, su coloración es originalmente parda, pero se pueden refinar quedando amarillentas. De las ceras vegetales la más conocida es la carnauba, procedente de Sudamérica tropical, fundamentalmente Brasil, se extrae de las hojas de la palmera *Copernicia cerifera* Mart. Es de color amarillento. Generalmente, debido a su dureza (su punto de fusión es de 86 °C), se utiliza en combinación con otros tipos de cera.

Para su preparación, las ceras se disuelven generalmente en esencia de trementina al baño maría, en ocasiones se ha utilizado como disolvente el benceno, e incluso el aceite de linaza.

Como ejemplo se pueden citar tres fórmulas para preparar un acabado de cera:

Cera virgen 200 g, aguarrás 800 g.

Cera virgen 14 g, cera de carnauba 10 g, aguarrás 100 g.

Cera virgen 90 g, cerasina 35 g, aguarrás 875 g.

Pintura a la cera: Este tipo de pintura se prepara mezclando cera con esencia de trementina y

barniz, disolviendo todo al baño maría. Se debe preparar en pequeñas cantidades ya que no se conserva bien. Se denomina también encáustico.

H.3.4 Gomas y resinas

Las gomas y las resinas son compuestos orgánicos, producidos por secreciones, generalmente de los vegetales, que fluyen al exterior al practicar incisiones bajo la corteza.

Las gomas naturales se asemejan químicamente a los hidratos de carbono, son solubles en agua, insolubles en alcohol y no cristalizan, son incoloras, inodoras y generalmente insípidas, la mayor parte de las gomas de importancia comercial se obtienen de especies de los géneros *Acacia*, *Astrágalus* y *Sterculia*. La goma arábiga, por ejemplo, se obtiene del arbusto *Acacia senegal* Willd.

Las resinas son compuestos insolubles en agua y solubles total o parcialmente en sustancias orgánicas apolares como alcohol o éter, hexano y otros derivados del petróleo, también son solubles en aceites vegetales. Son de color variable del transparente al amarillo pálido, más o menos viscosas, están compuestas fundamentalmente por terpenoides, e hidrocarburos, en su destilación se obtiene por un lado la colofonia, sólida a temperatura ambiente, y la esencia de trementina o aguarrás. La mayor parte de estas resinas naturales proceden de los canales resiníferos de las coníferas del hemisferio norte. Las resinas de formación reciente se denominan bálsamos, y las solidificadas por el oxígeno del aire, resinas fósiles.

Resinas naturales más importantes:

Trementina: Líquido más o menos viscoso, de color blanco amarillento, aromático, que fluye de las incisiones hechas bajo la corteza de los árboles del grupo de las coníferas, fundamentalmente los pinos.

Colofonia o pez griega: Es el producto que queda como residuo de la destilación de la trementina, es de color variable del amarillo anaranjado al pardo oscuro, es soluble en alcohol, bencol, esencia de trementina, acetona, etc. Se emplea, entre otras muchas cosas, en la fabricación de barnices.

Copal: Se denominan con este nombre, una serie de resinas, fósiles o no, de gran importancia ritual en la vida de los pueblos mesoamericanos. Posee un elevado punto de fusión y resulta poco soluble, debiendo ser tratadas con calor.

Dammar: Es una resina blanda exudada por vegetales tropicales de la familia de las Dipterocarpaceae, transparente y de color amarillo claro, es soluble en esencia de trementina, hidrocarburos aromáticos como la bencina, y parcialmente soluble en alcohol, que deberá calentarse para lograr una buena mezcla. Procede fundamentalmente de las islas de Indonesia. Se comercializa generalmente en forma de lágrimas o terrones irregulares.

Betún de Judea: (Véanse Pigmentos y tintes).

Ámbar: Es una resina fósil muy dura, su punto de fusión oscila entre los 250 y los 300 °C, empezando a ablandarse a partir de los 150 °C. Generalmente, para su uso en recubrimientos, se comercializa en forma de gotas de color amarillo a rojo-pardo, ya que sus colores son muy variables, puede ser transparente u opaco. Se disuelve en caliente en alcohol, éter, cloroformo y esencia de trementina.

Goma laca: Se trata de la única sustancia resinosa de origen animal, ya que es la secreción de la cochinilla de laca, que parasita especies arbóreas de la India. Comercialmente se presenta en forma de barras, granos, y escamas. Es de color encarnado, soluble solamente en alcohol y álcalis como el bórax. Su resistencia a la humedad es prácticamente nula ya que azulea con el agua.

Gomas más importantes:

Alcanfor: Gomoresina procedente de la destilación de madera, ramas, raíces y hojas de la especie *Cinnamomum camphora* (L.) Siebold. originario de Asia oriental. Con propiedades antisépticas, narcóticas, sedantes, etc, se utiliza fundamentalmente en medicina, tradicionalmente se ha utilizado como insecticida para proteger los tejidos de los insectos. A temperatura ambiente es sólida, vítrea, incolora y con un olor penetrante característico.

Caucho: Se trata de un hidrocarburo coloidal procedente de las secreciones de determinadas especies vegetales tropicales como las pertenecientes al género *Hevea*, forma una masa elástica, transparente e incolora, insoluble en alcohol, acetona y éter, pero soluble en benzina, benzol y cloroformo.

Goma-guta: Esta gomoresina, denominada también gutagamba o laca amarilla, procede de las exudaciones de algunos vegetales de la familia de las *Sapotaceae*. Es de color dorado o amarillo-anaranjado, se presenta comercialmente en forma de barritas o lápices. Se disuelve en alcohol y parcialmente en agua, en ocasiones se usa como tinte.

Goma de elemí: En este caso se trata de una oleoresina que contiene aceites esenciales, es de color blanco amarillento y translúcida. Procede de Filipinas y en Centro y Sudamérica lo encontramos en Méjico y Brasil. Se utiliza generalmente para modificar la consistencia de otros productos de acabado, es soluble en éter, alcohol, cloroformo, carbono bisulfuro y alcohol bencílico.

Goma arábica: Extraída de la especie *Acacia senegal* Willd. Se trata de una goma natural de color claro, transparente, excelente coloide protector y con buen poder de cubrición. Se usa frecuentemente como estabilizador de emulsiones o dispersiones, como aglutinante para aceites y acuarelas, además de como adhesivo, así mismo se utiliza en las industrias alimentaria y farmacéutica. Se comercializa en trozos o en polvo.

Referencias bibliográficas:

Aranda, Gaspar (1999). El camino del hacha, la selvicultura, industria y sociedad. Visión histórica. Ed. Ministerio de Medio ambiente. Parques nacionales

Arau y Vidal, Narciso. Tratado completo de carpintería. Trilla y Serra, Editores

Arriaga, F. (1996). Los diez libros de arquitectura de Vitrubio y la carpintería. Boletín AITIM nº 180. Madrid

Benito Martínez, J. (1952). Antisépticos de origen oleaginoso. Ministerio de Agricultura. Dir. General de Montes, caza y pesca fluvial. I.F.I.E.

Biston, Hanus, Boutereau & Gauché (1825). Encyclopédie roret. Nouveau manuel complet du Charpentier ou Traité Élémentaire el pratique de cet art. Edición facsimil de Inter-Livres, 1988.

Buffou (1749-1788). Oeuvres. Paris

Duhamel, H.L. (1767). De la conservation et de la force des bois. Paris.

Garraud, M. Leopold (1863). Bois de construction. Arthus Bertrand, Editeur.

Hernández, F. y de Huerta, J. (1999). Traducción. Historia Natural, edición facsimil de la obra de Cayo Plinio Segundo (el viejo). Universidad Nacional Autónoma de Méjico. Visor Libros. 2ª edición. Madrid.

Kraemer, G. (1958). Conservación de Maderas.

Lopez, J. y Lanaja, C. (1885). Tratado de industria. Trabajo de metales y maderas. Imprenta de Oндero. 472 págs.

Martín Diéguez, J. (1998). Cedría, un nombre con siglos de historia. Boletín AITIM nº 193, p 62-64. Madrid.

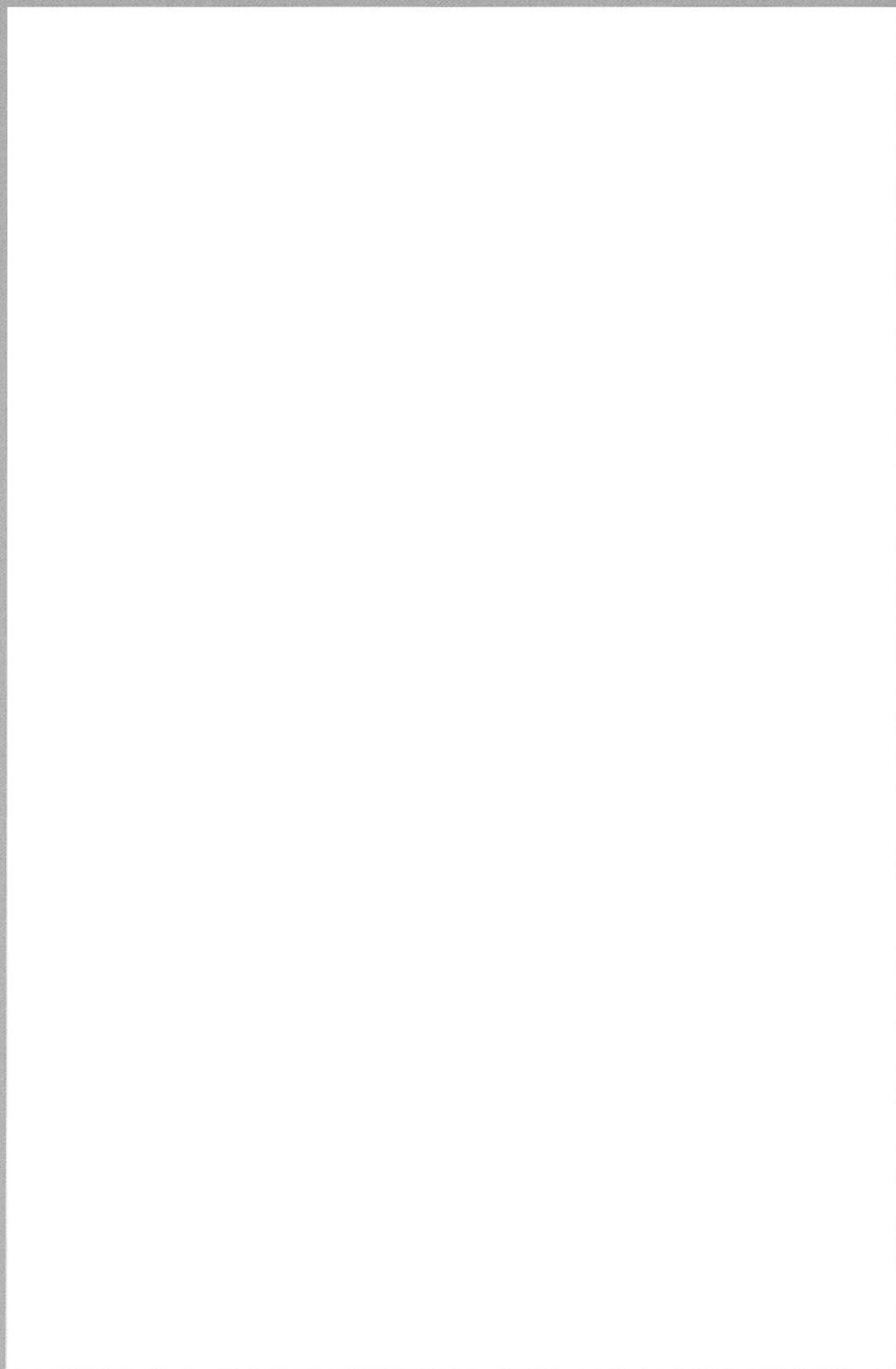
Plá y Ravé, E. (1880). Maderas de construcción civil y naval. Imprenta, estereotipia y galvanoplastia de Aribau y C^a. Barcelona.

Tiemann y Donald (1942). Wood technology. Constitution, properties and uses. Pitman publishing corporation. New York, Chicago.

Varios autores (1965). Tecnología de la madera. Primeras nociones, carpintería de taller, carpintería de armar, carpintería mecánica. Biblioteca profesional e.p.s. Librería Salesiana.

Varios autores (1976). Tratamiento y conservación de la madera. I.I.C.E. Imprime G. Jomagar Móstoles. Madrid.

Varios autores (1954). Wood, wood preservatives, and related materials. Specifications, methods of testing, definition of terms. American society for testing materials A.S.T.M.



Índice temático

- A**
abeja carpintera, 263
acebolladuras, 292
aceites, acabados, 407
ácido, 27
acoplamientos, 359
álcali, 27
alcanfor, 410
alero, 97
aleros, protección, 97
Amaurorrhinus bewickianus, 22, 253
anillos de crecimiento, clasificación, 291
anóridos, 20, 242
anóridos, daños, 74
Anobium punctatum, 20, 243
Apate capucina, 254
apoyo de vigas, consolidación con epoxi, 138
apoyo de vigas en los muros, protección pasiva 93
apoyos de vigas, consolidación, 133
armadura de par y tirante, 171
armaduras, consolidación de nudos, 173
armaduras de cubierta, 342
armaduras de cubierta, refuerzo, 171
arriostramiento, 34
avispa de la madera, 24, 263
azulado, 235
- B**
barnices, 402
barreras en el suelo, 115
barreras en los muros, 115
barreras impermeables físicas, 90
Basidiomicetos, 235
betún de Judea, 407
bituminosos, productos, 400
bostríchidos, 22, 254
Bostrychus capucina, 254
- C**
calidad visual de la madera, 79
carbonización, protección, 400
carbono 14, 62
carcoma, 20
carcoma grande, 20
cargas, epoxi 422
cebos, 124
cerambícidos, 20, 246
cerambícidos, daños, 74
ceras, 408
Ceratocystis, 235
Ceratosomella, 235
cerchas, 348
Cherula terebrans, 25, 266
chopo, clasificación, 294
clase de duración de la carga, 305
clase de servicio, 304
clases de duración de la carga, 305
clases resistentes, 302
clasificación por la velocidad de ultrasonidos, 81
clasificación por módulo de elasticidad, 81
clasificación visual, normativa, 271
colofonia, 409
condensaciones, 99
conexiones con clavijas, 155
conexiones con conectores de superficie, 156
conexiones madera hormigón, 155
Coniophora cerebella, 237
Coniophora puteana, 237
constante de Barlow, 284
Coryolus versicolor, 238
Criptotermes brevis, 24, 261
crustáceos, 265
crustáceos, avance del daño, 266
crustáceos, daños, 77
curculiónidos, 22, 252
curculiónidos, daños, 74
- D**
datación de la madera, 60
defectos, clasificación, 289
deformación, 309
dendrocronología, 60
densidad, clasificación, 291
Densitomat, 58
deseccación, 91
detección acústica, 63
drenaje, 89
durabilidad natural, 399
- E**
edad de la estructura, 70
efectividad del producto, 387
eficacia del producto, 389
electro-ósmosis, 90
electro-ósmosis-foresis, 90
empalme de tirantes, refuerzo, 176
empalmes, 357
endoscopio, 50
ensambles, 353
entramados de fachada, 336
entramados de galería, 337
entramados de soportal, 336
entramados horizontales, 340
entramados madrileños, 339
entramados verticales, 336
Ergates faber, 20, 249
escaleriformes, 255
Escolitidos, 255
esporas, 234
estabilidad al fuego, 309
euroclases, 29
Eutypa flavo-virescens, 238
- F**
fendas, clasificación, 290
fendas de secado, 34
fendas, refuerzo, 147
fibra de carbono, refuerzo, 151
flecha de vigas, 31
flechas en forjados, 41
fluencia, 309
forjados, tipos, 341
formón, 48
formulación epoxi, 422
fotodegradación, 69
fractómetro, 60
fuego, acción del, 70
fuego, comportamiento, 28
fuego, estabilidad, 309
fuego, protección, 403
fuego, reacción y resistencia, 29
fuego, retardantes, 393
- G**
gamma-densitometría, 60
gemas, clasificación, 291
goma laca, 410
gomas, 409
gorgojo, 22
gorgojo, 252
gran escuadría, 79
grietas, 40
- H**
Hesperophanes cinereus, 20, 249
Hexarthrum exiguum, 22, 253
hidrodispersables, productos, 392
hidrosolubles, productos, 390
hifas, 234
hongos, 17
hongos cromógenos, 235
hongos de pudrición, 236
hongos de pudrición, daños, 72
hongos xilófagos, 232
hongos xilófagos, tratamiento, 103
humedades de instalaciones, 99
humedades del suelo, 89
humedades, fuentes, 87, 88
humos, 112
Hylotrupes bajulus, 20, 247
- I**
identificación de la especie, 78
impermeabilización superficial, 92
implantes, 105
Inadec, detección acústica, 63
individuos sexuales, 257
insectos de ciclo larvario, 239
insectos de ciclo larvario, tratamiento, 107

instalaciones de agua, 45
inyección epoxi, 174

K

Kaloterms flavicollis, 24, 262

L

larva, 240
líctidos, 21, 250
líctidos, daños, 73
Lictus linearis, 21
Limnoria lignorum, 25, 265
Limnoria tripunctata, 25, 266
lucha biológica, 125
Lyctus brunneus, 21, 250
Lyctus linearis, 250, 251

M

madera laminada, tratamiento, 111
madera policromada, tratamiento, 110
materiales compuestos, 424
Merulius lacrymans, 237
método de los ecos, 51
método de resonancia, 52
método de transmisión, 51
Metriguard, 57
mohos, 234
molinera, cubierta, 342
moluscos, 264

N

norma DIN 1052, 274
norma DIN 4074, 274
norma INSTA 142, 275
norma NF B 52-001, 272
norma recomendada CEE, 276
norma UNE 56544, 271
nudos, medición en la normativa, 289

O

obreros, 257
orgánicos naturales, productos 392
orgánicos, productos, 391

P

pandeo de piezas comprimidas, 307
par e hilera, 344
par y nudillo, 345
par y picadero, 343
parecillos, cubierta, 342

pares, refuerzo, 179
pasma del haya, 235
pastas, 105
permanencia del producto, 387
pez griega, 409
pies derechos, consolidación, 168
pigmentos, 405
pino laricio, 79
pino pinaster, 79
pino silvestre, 79
pinturas, 402
Platipódidos, 255
policromada, madera, 110
polilla, 250
Polystictus versicolor, 238
preventivo, tratamiento, 110
Pselactus spadix, 22, 253
pudrición blanca, 18
pudrición blanda, 19, 238
pudrición cúbica, 18, 236
pudrición fibrosa, 18
pudrición parda, 18, 236
Pundit, 55
punzón, 48

R

radicación solar, 69
refuerzo con hormigón, 152
refuerzo con placas insertadas, 145
refuerzo de apoyo de vigas con madera, 135
refuerzo de apoyo de vigas, 133
refuerzo de cabezas de viga con epoxi, 139
refuerzo de empalmes, 176
refuerzo de pares de una cercha, 179
refuerzo de vigas, 143
refuerzo de vigas con celosía interna, 148
refuerzo de vigas con fibra de carbono, 151
resinas, 409
resistógrafo, 58
retardantes al fuego, productos, 393
Reticulitermes lucifugus, 23
258
revestimientos difusores, 92
revirado, 34
rollizo, clasificación, 296

S

Schizophyllum commune, 238
Serpula lacrymans, 237

sifones atmosféricos, 91
Sinoxylon sexdentatum, 254
Sirex gigas, 263
siricidos, 24, 263
sistema Bettor, refuerzo madera, 167
sistema de cebos, 124
sistema de Peter Cox, 160
sistema Herms, refuerzo madera, 167
sistema HSB, madera hormigón, 158
sistema Llear, madera hormigón, 160
sistema LPR, madera hormigón, 161
sistema Nou Bau, refuerzo madera, 167
sistema Tecnaria, madera hormigón, 159
sistemas eléctricos de desecación, 90
soldados, 257
soluciones mixtas madera y hormigón, 154
sótanos, 44
Stereum hirsutum, 238
Sylvatest, 55

T

taladro, 49
tensiones admisibles, 283
Teredo, 264
Teredo, daños, 76
Teredo *navalis*, 265
Teredo *norvegica*, 265
Teredo *pedicellata*, 265
termes, 257
termitas, 22, 257
termitas, daños, 75
tintes, 405
toxicidad, 415
tratamiento con humos, 112
tratamiento con implantes, 105
tratamiento con pastas, 105
tratamiento contra termitas, 115
tratamiento curativo en profundidad, 107
tratamiento curativo superficial, 109
tratamiento de fumigación, 112
tratamiento de madera laminada, 111
tratamiento de madera policromada, 110

tratamiento de piezas con fendas, 109
tratamiento no repelente contra termitas, 123
tratamiento por calor, 113
tratamiento por frío, 114
tratamiento preventivo, 110
tratamiento preventivo contra termitas, 123
tratamiento químico no repelente, 123
trementina, 409

U

ultrasonidos, 51
ultrasonidos, diagnóstico, 81
ultrasonidos, influencia de la temperatura, 53
ultrasonidos, influencia de la tensión, 53
ultrasonidos, influencia del contenido de humedad, 53
ultrasonidos, medición directa, 54
ultrasonidos, medición indirecta, 54
ultrasonidos, medición semidirecta, 54
ultrasonidos, método de ecos, 48
ultrasonidos, método de resonancia, 49
ultrasonidos, método de transmisión, 48
uniones, 353

V

velocidad de carbonización, 29
vibraciones inducidas, 56
vuelco, 307, 308
vuelco de piezas flectadas, 308

X

Xestobium rufovillosum, 20, 245
xilócópodos, 263
xilófagos marinos, 264
xilófagos marinos, daños, 76
xilohigrómetro, 48
Xylaria hipoxilon, 238

Z

zonas de riesgo, 43