

TEMA 13: MADERAS Y MATERIALES VEGETALES.

PARTE 1:

- Composición y estructura de la madera
- Anisotropía de la madera
- Propiedades de la madera
- Durabilidad y agentes destructivos de la madera
- Protección de las maderas.

LA MADERA.

Es el conjunto de tejidos que forman el tronco, las raíces y las ramas de los árboles, excluida la corteza.

Características:

- Material no homogéneo y con comportamiento anisótropo compuesto por fibras vegetales (celulosa).
- Tiene una baja densidad y baja conductividad térmica, buen comportamiento acústico y mecánico.
- Fácil de trabajar y conformar por corte y labra. Por otra parte, es combustible, de volumen inestable (higroscópica) y atacable por insectos y ataques orgánicos (putrefacción).

Aplicaciones en construcción:

Las aplicaciones en la construcción son múltiples (material estructural, de acabado)

• COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA MADERA

- Está compuesta por: Carbono (50 %), Oxígeno (40 %) e Hidrógeno (5 %).
- Estos elementos forman diferentes compuesto químicos.

-Celulosa (40–50 %): Sustancia de la membrana de las células jóvenes, presenta la forma de pequeñas fibras (resistencia a tracción). Atacable por ácidos.

-Liguina (20–30 %): une las fibras de la celulosa (capacidad aglutinante).

-Hemicelulosa (20–30 %): Forma parte de la matriz que aglutina las fibras (no constituye fibras).

-Componentes secundarios (5–7 %): resinas, grasas, ceras. Influyen en el olor y toxicidad de la madera y en la atracción que presenta a los agentes biológicos.

MICROESTRUCTURA DE LA MADERA

Como Ser vivo, la madera está compuesta por células con funciones específicas.

- Células conductoras (tráqueas): Fibrosas y alargadas forman vasos paralelos al tronco que transportan la savia. Aparecen en la madera cortadas a testa como poros, y en la cortada a hilos como microsurcos visibles.
- Células de sostén (esclerenquima): Estrechas y puntiagudas, forman las fibras que proporcionan resistencia. Constituyen la masa principal de la madera en las especies frondosas.
- Traqueadas: Sólo se presentan en las coníferas (forman su parte principal), con doble función

conductora y de sostén.

- Células de almacenamiento (parénquima): almacenan los nutrientes de reserva. Situadas en los radios circulares de coníferas y frondosas.

MACROESTRUCTURA DE LA MADERA

Se distinguen tres estructuras diferenciadas:

- Fibras: Conjunto de células de sostén y conductores orientadas en la dirección del eje del tronco.
- Radios medulares: Conjunto de células de nutrición que se disponen orientadas perpendicularmente al eje. Forman la malla de la madera.
- Anillos de crecimiento: Aquellas estructuras anulares respecto al eje debidas al crecimiento del árbol. El crecimiento de la madera va de dentro a afuera (el exterior es más joven que el interior).

MACROESTRUCTURA ANULAR

Debido al tipo de crecimiento, en la estructura anular se distinguen:

- Allura: parte exterior más blanda y menos resistentes a la pudrición. En ella se sitúan las células conductoras.
- Duramen: parte interior, más dura, pesada y resistente, se contrae y alabea menos.
- Cambium: Capa fina alrededor del tronco que genera nuevas células hacia dentro (madera) y hacia fuera (líber).
- Líber: (capa cortical interna) que forma hacia fuera la corteza (capa cortical exterior).

• ANISOTROPÍA DE LA MADERA

Debido a su estructura fibrosa, las propiedades físicas y mecánicas de la madera no son isótropas.

La la dirección considerada condiciona las características y el comportamiento de la madera.

Se diferencian tres:

- Axial: en la dirección de las fibras (paralelo al eje del tronco)
- Radial: perpendicular a las fibras (en sentido de los radios medulares)
- Tangencial: tangente a los anillos de crecimiento.

HUMEDAD EN LA MADERA

El contenido de humedad de la madera en estado natural es alto (50–300 %), dependiendo de la especie), y se presenta en tres formas diferentes:

- De constitución: forma parte de la madera.
- De impregnación u ocluida: Adherida a las paredes de las fibras. Su eliminación produce contracción con cambio de volumen y forma.
- Libre: situada en las cavidades de la madera. Su eliminación no va a producir variaciones dimensionales.

Para el empleo de la madera es preciso eliminar una gran parte del agua hasta alcanzar unas características óptimas de humedad definitiva.

PARÁMETROS HÍDRICOS DE LA MADERA

La madera es un material higroscópico: tiende a equilibrar su humedad con la del ambiente y en el proceso se producen cambios en las dimensiones.

Se distinguen tres parámetros principales:

- Contenido de humedad de la madera (CH): relación peso de agua/peso de la madera (%).
- Punto de saturación de las fibras (PSF): contenido de humedad de agua de impregnación (aprox. 30%). Define la humedad por debajo de la cual la madera comienza a contraer.
- Humedad de equilibrio con el ambiente (CHE): mínimos cambios dimensionales, si durante el procesado e instalado CH aprox. CHE.

CAMBIOS DE LAS PROPIEDADES SEGÚN CH

Las propiedades físicas y mecánicas de la madera varían con CH.

Propiedades físicas:

- Cambio de volumen:
 - ◆ Aumento de volumen: desde seca hasta PSF
 - ◆ Contracción: Disminución de CH por debajo de PSF (secado).

La variación dimensional depende de la dirección considerada:

- ◆ Dirección tangencial (aprox. Entre 5 y 10 %)
- ◆ Dirección radial 8 APROX. ENTRE 2.5 Y 5 %)
- ◆ Dirección longitudinal: inapreciable (entre 0 y 0.8 %).

La variación depende de la situación de la madera en el tronco y su densidad.

OTRAS PROPIEDADES FÍSICAS

- La conductividad térmica aumenta con el CH.
- La resistencia a la pudrición decrece por encima de CH = 20 %
- La capacidad de ser pintada o pegada mediante adhesivos.

PROPIEDADES MECÁNICAS QUE VARÍAN CON EL CH

- La resistencia se incrementa con disminución del CH (las fibras adquieren rigidez y se incrementa la compacidad)
- La tenacidad apenas es afectada.
- La resistencia al impacto decrece con disminución del CH.

• PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA

- Higroscopicidad.
- Densidad: la estructura fibrosa confiere una alta porosidad y baja densidad (más de 1 g/cm³, flotabilidad).
 - ◆ Densidad aparente: depende del contenido en agua suele darse con respecto a la cota internacional de humedad (CH 12 %).
 - ◆ Densidad real: apenas varía con las especies (aprox. 1.56 g/cm³).

- Porosidad elevada: de ello se deriva:
 - ◆ facilidad de impregnación.
 - ◆ Excelentes propiedades aislantes.
 - ◆ Variaciones de volumen según el CH.
 - ◆ Excelente adherencia de adhesivos y pinturas.
- Conductividad térmica y eléctrica: Secas tienen un bajo coeficiente de conductivita (dieléctricas). La conductividad térmica aumenta con el CH y disminuye con la densidad aparente.
- Dilatación térmica: es muy baja.
- Reacción al fuego: es un material combustible (M2 y M3, equivalente a euroclases C y D). La carbonización superficial protege al interior.
- Aislamiento acústico: en secciones macizas, aíslan el ruido por reflexión (absorción acústica de aprox. El 10 %). Los compuestos de fibras absorben hasta el 90 %).

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA

Son diferentes en función de la dirección considerada (longitudinal, radial y tangencial). En general se suelen considerar la dirección de a fibra y la perpendicular (combinación de radial y tangencial).

- Rigidez: Bajo módulo de elasticidad (dirección de la fibra de aprox. 10 GPa, dirección perpendicular aprox. 5 GPa). Es diferente en compresión y tracción. Suele usarse la flexión (combinación de ambas).
- Resistencia;
 - ◆ A compresión: alta en el eje de la fibra (de 5 a 8 veces más que en perpendicular)
 - ◆ A tracción: alta en el eje de la fibra (10% en perpendicular)
 - ◆ A flexión: alta en el eje de la fibra.
 - ◆ A cortante: baja (meno en la dirección paralela a las fibras)

En general, la madera presenta un buen rendimiento en la relación peso/resistencia: estructuras ligeras.

- Fluencia: la madera, sometida a acción constante aumenta su deformación con el tiempo.
- Comportamiento frente a acciones dinámicas: Fatiga. Sufre fractura por fatiga fente a cargas cíclicas superiores al 50–75 % de su resistencia estática.
- Trabajabilidad: Dureza: resistencia a la penetración y talla. Mayor cuanto mayor sea la densidad real y menor el CH. Según su dureza las maderas se clasifican en:
 - ◆ Blandasa; de fácil trabajabilidad (coníferas: pino, abeto, y algunas frondosas: abedul)
 - ◆ Semidura: alerce, castaño.
 - ◆ Duras: de difícil trabajabilidad (frondosas como el roble o el arce)
 - ◆ Muy duras: (boj, palisando)
- Hendibilidad: Propiedad que tienen las maderas de romper en la dirección de sus fibras mediante un corte longitudinal.

• DURABILIDAD DE LA MADERA

Como material orgánico puede deteriorarse por ataque de diferentes agentes:

- BIÓTICOS: Son seres vivos que se alimentan de madera
 - ◆ Hongos
 - ◆ Insectos

◆ ABIÓTICOS: son agentes ambientales (no son seres vivos)

- Agentes químicos
- Fuego
- Humedad
- Radiación solar y humedad (meteorización)

Su efecto depende de CH y debe controlarse.

◇ HONGOS Y MOHOS:

- organismos vegetales parásitos que pueden crecer alimentándose de sustancias naturales.
- Se reproducen por esporas transportadas por el viento.
- Forman un tejido llamado micelio, que se ramifica e introduce en la madera, pudriéndola.
- Condiciones ambientales que favorecen la pudrición:
 - Temperatura 23–30 °C
 - Humedad relativa 18–20 % (en torno al SPF)
 - Falta de luz y radiación solar directa.
 - Poca ventilación.

◇ SÍNTOMAS DE PUDRICIÓN POR HONGOS Y MOHOS

La Existencia de hongos se puede detectar por una serie de síntomas:

- ◆ Pérdida de resistencia, ablandamiento o desintegración.
- ◆ Sonido hueco o cambio de sonido
- ◆ Decoloración de la madera.
- ◆ Presencia de micelios
- ◆ Característico olor a moho.
- ◆ Posible presencia de insectos (la madera atacada es más apetecible)

◇ INSECTOS EN LAS MADERAS:

- ◆ Insectos xilófagos (carcomas y termitas)
 - ◇ Se nutren de celulosa de la madera.
 - ◇ Clasificación de las maderas frente al ataque:
 - Muy atacables: alisos, cerezo.
 - Atacable: roble y nogal.
 - Poco atacable: arce, castaño y olmo.
 - Parásitos: viven a costa de larvas de los anteriores y nos indican su localización.
 - Moradores: viven en la madera pero no se alimentan de ella.

AGENTES ABIÓTICOS

- Agentes químicos: en general, los ácidos atacan y destruyen la materia orgánica (hidrolizan la celulosa)
- El fuego: la madera es un material combustible e inflamable a bajas temperaturas.
 - ◆ A pesar de ello, presenta ciertas ventajas:
 - ◇ Baja conductividad térmica (la temperatura disminuye hacia el interior)
 - ◇ La carbonización superficial dificulta la salida de gases y la penetración del calor.
 - ◇ Al tener una mínima dilatación térmica no provoca desplomes ni deformaciones peligrosas.

Su reacción al fuego se puede corregir por ignifugación.

PROTECCIÓN DE LA MADERA

La protección preventiva de la madera contra hongos e insectos se realiza mediante:

- Tratamientos acuosos: sales CF, CFA, SF, HF, B, CK, venenosas, algunas no aptas a la exposición al agua o a la humedad (las CK son las más apropiadas), algunas atacan a los metales.
- Tratamientos oleosos:
 - ◆ Preparados bituminosos: sólo en exteriores, no admiten acabado posterior. Olor característico.
- Preparados que contienen disolventes: Con principios orgánicos. Una vez seco, el disolvente es inodoro. Pueden llevar pigmentos, aglutinantes y otros aditivos (barnices).

La efectividad a los agentes, tipo de aplicación, tipo de exposición, de los tratamientos se identifican mediante letras:

- ◆ Hongos (P)
- ◆ Prevención de insectos (Iv)
- ◆ Combate de insectos (Ib)
- ◆ Aplicación más pintado, aspersión e inmersión en obra (S).
- ◆ Aplicación por pintado, aspersión, inmersión en instalación (ST).
- ◆ Apropiado para madera expuesta a la intemperie, pero no en contacto con el suelo ni permanentemente con agua (W).
- ◆ Apropiado incluso con madera sometida a exposiciones extremas (E).

La protección de la madera contra el fuego (ignifugación) se realiza mediante:

- Impregnación de sales (fosfatos con sulfato amónico y sales SF o HF) aplicadas en autoclave.
 - ◆ Corte de calor en el proceso de fusión.
 - ◆ Formación de una capa fundida en la superficie.
 - ◆ Actuación o fomento de la activación de carbón.
 - ◆ Pinturas o barnices intumescentes (silicatos sólidos hidratados aglomerados con fibra de vidrio) aplicadas mediante pintado o aspersión:
 - ◆ A temperatura superior a 100 °C se hinchan, aislando el calor.
 - ◆ Contienen e calor por vaporización del agua.
 - ◆ Favorecen la formación de carbón.
- APLICACIÓN:
 - ◆ Pintado, aspersión: capa de protección.
 - ◆ Inmersión (segundos o minutos): capa de protección.
 - ◆ Impregnación en artesa (segundos – días): capa profunda.
 - ◆ Impregnación por presión en caldera (autoclave): dura varias horas y supone una protección profunda y completa.

(la madera de corazón duro resinoso no es impregnable)

- ◇ Capa de protección inferior a 10 mm.
- ◇ Capa profunda superior a 10 mm.

- ◊ Protección completa: el medio penetra en todas las partes accesibles de la madera.

PROTECCIÓN DE LA MADERA EN AUTOCLAVE

- Antes del tratamiento la madera debe estar seca.
- Proceso:
 - ◆ Vacío en la cámara: apertura y expansión del poro de la madera.
 - ◆ Aplicación: inyección del producto en la atmósfera.
 - ◆ Presión atmosférica: la entrada de aire provoca la impregnación del producto en profundidad.
 - ◆ Vacío en la cámara: se facilita la fijación de los principios activos y el secado de la madera.
 - ◆ Presión atmosférica: fin del proceso.

PARTE 2.

- Defectos de la madera. Tipos y clasificación
- especies de madera para construcción.
- obtención y trabajo de la madera. Despieces.
- productos de madera y aplicaciones constructivas.
- uniones de madera.
- clasificación y normativa de productos de madera. Mercado CE.
- **DEFECTOS DE LA MADERA**

Reducen las prestaciones mecánicas del material.

Pueden tener diferentes orígenes:

- Naturales: debidas al crecimiento del árbol.
 - ◆ Nudos.
 - ◆ Agrietamiento y rajaduras (feudas)
 - ◆ De forma (corazón excéntrico, oquedades)
 - ◆ De estructura (fibras onduladas, reviradas, entrelazadas).
- De secado: debidas al procesado de la madera.
 - ◆ Agrietamiento y rajaduras (feudas).
 - ◆ Deformación por tensiones (curvatura y alabeo).
- Ataques de hongos e insectos.

DEFECTOS DEBIDOS AL CRECIMIENTO

- Nudos: alteración de las fibras o contracción de las mismas para dejar paso a la médula. Debilitan a la madera.
 - Nudo vivo: procedente de una rama viva. Adherido a los tejidos que lo rodean
 - Nudo muerto: procedente de una rama muerta. Se separan del tronco con facilidad.
- Excentricidad del corazón: suele aparecer en árboles que han crecido en pendiente. Causa pérdida de elasticidad y resistencia y la hace difícil de trabajar.
- Doble albura: dentro del duramen aparece un anillo completo o no de albura. Se origina por fríos intensos que impiden la transformación en duramen.
- Entrecorteza o entrecasco: en los anillos interiores aparece un trozo de corteza. Se origina en la unión de una rama con el tronco. La madera es poco

resistente y propensa a enfermedades. Rechazo.

- Bolas de resina: cavidades alargadas que aparecen en el interior de la madera conteniendo resina. No es un defecto salvo que sean muchas y que no haya coherencia entre los anillos.
 - Fibra torcida y entrelazada: las fibras no son paralelas al eje del tronco, o adoptan forma de hélice. Se dificulta su trabajabilidad, dan un aspecto áspero. Afecta a la resistencia y a la deformación.
 - Fibra torcida o revirada: las fibras adoptan forma de hélice.
- Fibras entrelazadas: se entrecruzan las fibras.

DEFECTOS DEBIDOS A AGENTES EXTERIORES

- Feudas: grietas longitudinales en la madera:
 - ♦ De corazón partido: orientadas desde el corazón a la periferia
 - ♦ De heladura: orientadas desde la periferia hacia el corazón.
 - ♦ De desecación o de merma: aparecen en las capas externas de los troncos y debidas al secado.
 - ♦ Acebolladuras: en los anillos.
 - ♦ De apeo: producidas por la rotura de una rama o tronco que origina un desgarramiento.
- Alabeo y curvatura: debido al corte y posterior secado
- Corazón hueco o vacío: característico de la pudrición en árboles viejos. Desaparece la parte interna del tronco.

· ESPECIES DE MADERA UTILIZADAS EN CONSTRUCCIÓN

Por su origen botánico se dividen en dos grupos:

- ♦ Coníferas (NH), como abetos, pinos, cedros
- ♦ Frondosas (LH), como roble, haya, olmo, encina, olivo

Por su velocidad de crecimiento se distinguen en:

- ♦ Crecimiento rápido (blandas).
- ♦ Crecimiento lento (semiduras o duras)

Su aplicación en construcción depende de:

- ♦ Las secciones que se pueden extraer.
- ♦ Sus propiedades mecánicas (dureza, resistencia)

MADERAS DE CONÍFERAS

- Europeas: abeto rojo, abeto blanco, pino silvestre, alerce, tejo.
- Americanas: pino Brasil, pino del Canadá, pino de Oregón (pino Douglas), pino Melis, secuoya, cedro rojo.

Coníferas europeas:

Propiedades:

- ♦ Son blandas, ligeras (0.50 g/cm³), elásticas, fáciles de trabajar, excepto el tejo (0.65g/cm³), dura, de trabajo moderadamente fácil) y el alerce (0.60 g/cm³, semidura)
- ♦ Secan bien, buenas para impregnar (excepto el pino silvestre).
- ♦ Moderada resistencia a la intemperie (excepto el tejo,

resistente).

- ◆ No resistentes al ataque de insectos (excepto el alerce y el tejo).

Empleo:

- ◆ abetos y pinos: carpintería industrial, carpintería de armar, de taller y ebanistería, en forma maciza y chapas.
- ◆ Alerce: carpintería de armar, de taller y ebanistería en interiores y exteriores, en forma maciza, chapas y contrachapados.
- ◆ Tejo: trabajos de ebanistería, de torno y talla, fabricación de instrumentos, en forma maciza, chapas.

Coníferas americanas:

Propiedades:

- ◆ Blandas o semiduras (duras son Oregón y Melis), elásticas, fáciles de trabajar.
- ◆ Excepto pino brasil y Canadá, son resistentes o moderadamente resistentes a la intemperie.
- ◆ Secuoya y cedro rojo son resistentes al ataque de insectos.

Empleo:

- ◆ pinos brasil y Canadá, carpintero de taller y de armar en construcciones interiores, forma maciza y chapas de contrachapado (brasil) y recubrimiento (Canadá)
- ◆ el resto: carpintería de taller y de armar en construcciones interiores y exteriores, pavimentos, revestimientos.

FRONDOSAS

- Maderas de árboles de fronda europeos: roble, haya, arce, olmo, fresno, nogal, abedul, tilo, aliso, álamo, plátano, castaño, castaño de indias, peral, cerezo.
- Maderas de árboles de fronda no europeos (América, África y Asia): Iroko, mausonia, okume, palisando, palo rosa, sapeli, teca, danta, blondo, sukupira, etc.

FRONDOSAS EUROPEOS

Propiedades:

- ◆ Duras o muy duras, pesadas (0.70g/cm³), excepto aliso, tilo, álamo (0.55 g/cm³, blandos)
- ◆ Elásticas, fáciles de trabajar. Admiten buen tratamiento superficial.
- ◆ Secado lento
- ◆ No resistentes a la intemperie (excepto el roble que es muy resistente).
- ◆ No resistente al ataque de insectos.

Empleo:

- ◆ Carpintería de taller y ebanistería en construcciones interiores, pavimentos y revestimientos, en forma de madera

maciza y de chapas de revestimiento.

- ◆ El roble además en carpintería de armar, en construcciones interiores y exteriores.

3 OBTENCIÓN DE LA MADERA

Se distinguen varias fases:

- Tala: derribo del árbol.
- Procesado: despiece y transformación del material.
- Tratamiento superficial y de acabado: procesado para aplicaciones vistas (teñido, barnizado, encerado).
- Uniones: en madera o con elementos auxiliares (adhesivos, elementos metálicos).

Procesado de la madera maciza: consta de varias etapas:

- Serrado: en instalaciones industriales (aserraderos) fijas o móviles. Se obtienen piezas macizas por corte.
- Tratamiento: aplicación de productos protectores para evitar daños por agentes externos y mejorar su acabado.
- Secado: modificación de la humedad del material hasta que alcance el equilibrio con el ambiente (CHE).
- Mecanizado: conformación de productos.

SERRADO DE LA MADERA

- ◆ Despiece: división de un tronco según planos paralelos al eje para obtener el máximo aprovechamiento de la madera.
- ◆ Si obtenemos sólo una pieza se denomina madera enteriza. Su forma más sencilla es e rollizo (también cuadrado o rectangular)

SECADO DE LA MADERA

- ◆ Natural: primero al aire libre, y luego bajo techado.
- ◆ Artificial o industrial: realizado en cámara, con equipos que regulan la humedad y la temperatura y hacen circular el aire.

4 PRODUCTOS OBTENIDOS DEL DESPIECE

- Escuadrías: dimensiones de la sección transversal de una pieza de madera.
 - ◆ Cuadrada:
 - ◇ Madero > 10 cm.
 - ◇ Listón $5 > l > 10$ cm.
 - ◇ Listoncillo $l > 5$ cm.
 - ◆ Rectangular:
 - ◇ Tablero 7.5×20 cm.
 - ◇ Tabloncillo $3,5 \times 10 - 3,5 \times 15$ cm.
 - ◇ Tabla $2,5 \times 10 - 1,5 \times 15$ cm.
 - ◇ Ripia, lata $1,5 \times 10 - 1,5 \times 15$ cm.
- Chapas: obtenidos por corte de sierra, cepillo, desenrollado (redondo o radial).
 - ◆ Chapas de revestimiento: de veteado natural, o chapas con aguas ($e = 0,5 - 1$ mm.)
 - ◆ Chapas interiores: bajo las de revestimiento, para impedir su

agrietado.

- ◆ Chapas de contrachapado: ($e = 1,5 - 3,5 \text{ mm.}$)

APLICACIONES CONSTRUCTIVAS DE LA MADERA

Carpintería: construcción en madera

- ◆ De armar: construcción de elementos estructurales de la edificación (vigas, viguetas, soportes)
- ◆ De taller: construcción de elementos no estructurales de la edificación (puertas, ventanas, revestimientos, pavimentos)
- ◆ Ebanistería: mobiliario y elementos decorativos.

• UNIONES DE MADERA

Las uniones de las piezas de madera pueden realizarse mediante:

- Uniones de madera: Realizadas por mecanización y encaje de las piezas en el encuentro. Se distinguen:
 - ◆ Empalmes: unión de piezas en ángulo.
 - ◆ Ensamblés: Unión de piezas en continuidad.
 - ◆ Acoplamientos: unión por superposición o yuxtaposición de piezas paralelas.
- Uniones con elementos auxiliares de sujeción:
 - ◆ Uniones encoladas: Las colas son disoluciones acuosas. Se distinguen:
 - ◇ Colas naturales
 - Caseína: elásticas, resistentes a la humedad, se hinchan con el agua.
 - ◇ Colas sintética:
 - Acetato de polivinilo: elásticas, se hinchan con el agua.
 - De condensación (resinas termoestables):
 - Urea: no son estables al agua, poca exposición a la humedad, duras, quebradizas.
 - Melamina: resisten cierta exposición al agua fría y caliente, dura y quebradiza.
 - De fenol: resistentes al agua, elásticas.
 - ◆ Pegamentos: sustancias orgánicas líquidas: de resina epoxídica, de policloropreno, de éster de ácido poliacrílico, de poliuretano, de fusión.
- Uniones con elementos metálicos: Pueden reforzar uniones en madera o constituir la unión:
 - ◆ Clavos y placas de clavos
 - ◆ Tornillos
 - ◆ Pernos o pasadores
 - ◆ Clavijas, cabillas o galletas
 - ◆ Llaves de presión (placas bulldog)
 - ◆ Pletinas
 - ◆ Grapas
 - ◆ Estribos
 - ◆ Abrazaderas o bridas

- ◆ Cartelas
- ◆ Collarines
- ◆ Basas

6 CLASIFICACIÓN DE LA MADERA

La calidad de la madera maciza se evalúa en función de los defectos que presenta.

Las maderas se clasifican de acuerdo con su resistencia real (resistencias teóricas reducidas por los defectos).

- ◆ Para aplicaciones estructurales se distinguen clases resistentes (UNE-EN 338).
- ◆ Para cada combinación de especie y calidad existe una clasificación resistente.

La clasificación puede ser visual (defectos) o mediante ensayos normalizados de caracterización.

NORMATIVA DE LA MADERA

Algunos productos de madera requieren marcado CE:

- Tableros derivados de la madera.
- Productos aislantes térmicos derivados de madera.
- Sistemas estructurales compuestos a base de madera.
- Sistemas estructurales de madera.

La madera estructural esta regulada en el CTE DB-SE M (Eurocódigo 5: estructuras de madera)

Distintivos de calidad: sellos AITIM

PARTE 3:

- Productos derivados de la madera.
- Tableros de madera.
- Madera laminada
- Otros productos vegetales

1. PRODUCTOS DERIVADOS DE LA MADERA

Productos que utilizan la madera como materia prima para su elaboración.

Aprovechan las ventajas de la madera, mejorando sus prestaciones.

- ◆ tableros: madera maciza y derivados.
- ◆ Paneles laminados: constituidos por láminas de madera y de otros materiales (sándwich).
- ◆ Madera laminada: compuesto por escuadrías de madera acopladas mediante un adhesivo.

2. TABLEROS DE MADERA

Productos derivados de la madera en los que predominan la longitud y la

anchura frente al espesor. Por su constitución se clasifican en:

- ◆ tableros de madera maciza
- ◆ tableros derivados de la madera.

TABLEROS DE MADERA MACIZA

Constituidos por tablas o listones, pueden ser:

- ◆ Ensamblados: formados por tablas machihembradas o unidas con lengüetas, con o sin adhesivo.
- ◆ De listones: formadas por listones (abeto, pino, o frondosas) del mismo espesor y longitudes variables
- ◆ Encoladas.
 - ◇ Tipos según:
 - Adhesivo: tableros para interior exterior
 - Calidad de la madera: clases 1, 2 o 3.
 - ◇ Se trabaja igual que la madera maciza.
 - ◇ Empleo: elementos resistentes de ebanistería y carpintería de taller (puertas, tabiquería, etc.) encofrados.
- ◆ De alma alistonada: alma revestida por ambas caras por una o más chapas encoladas de haya, okume, etc. Calidad según chapas de revestimiento y alma (1/1, ½, etc.)

TABLEROS CONTRACHAPADOS

Formados por chapas de madera obtenidas por desenrollo (abedul, haya, roble, fresno, pino, okume) encoladas entre sí y prensado en caliente.

Chapas en número impar, con las fibras de chapas adyacentes giradas 90°.

- Dimensiones: 122 x 144 cm. E = 4 – 30 mm.
- Tipos según:
 - ◆ La calidad de la madera de las hojas de revestimiento y las interiores (1/2, 1/3, 2/2, etc.)
 - ◆ El adhesivo: Clases según resistencia a la humedad y su uso (general o estructural).
 - ◇ Contrachapado para ambiente eco (resiste el efecto de la corta exposición al agua)
 - ◇ Contrachapado para ambiente húmedo (resistente a la exposición al agua caliente).
 - ◇ Contrachapados para exteriores (condicionalmente).
 - Características:
 - ◆ Ligereza (550 Kg/m3)
 - ◆ Uniformidad de sus características resistentes en las dos direcciones: sin un dirección natural de rotura.
 - ◆ Muy estable dimensionalmente: resistente al alabeo, entumecimiento prácticamente nulo (cruce de fibras).
 - ◆ Fácil de trabajar (como la madera maciza).
 - Empleo:
 - ◇ Elementos resistentes de ebanistería y carpintería de taller (divisiones, revestimientos y puertas).
 - ◇ Elementos estructurales: soporte o base de cubiertas

y revestimientos, etc.

TABLEROS CONTRACHAPADOS: TIPOS ESPECIALES

- ◆ Revestimiento de fibra fenólica (encofrados).
- ◆ Revestimiento de goma (suelos).
- ◆ Revestimiento noble
- ◆ De resina sintética: haya $e < 0,8$ mm. Impregnada en disolución de resina fenólica y prensada a alta presión (25 MPa) y alta temperatura (135–155°C)
 - ◇ Muy resistente a flexión y compresión.
 - ◇ Resistente a la intemperie.
 - ◇ Trabajo con herramientas especiales.
 - ◇ Empleo: industrial, revestimientos, suelos.
- ◆ conformados: bajo calor y presión (mobiliario).

TABLEROS MICROLAMINADOS

- formados por chapas de madera con las fibras en la misma dirección, encoladas en caliente y a presión con adhesivos aptos para exteriores.
- Dimensiones: 612 x 122 cm. , $e = 19 - 64$ mm.
- Características:
 - ◆ Alta resistencia en el sentido de la fibra (mejor que el contrachapado).
 - ◆ Escasa variación dimensional (por eliminación de defectos).
 - ◆ Fácil de trabajar.
- Empleo:
 - ◆ Elementos resistentes en ebanistería y carpintería de taller (bastidores), utensilios deportivos, etc.
 - ◆ Elementos conformados para mobiliario.
 - ◆ Elementos estructurales.

TABLEROS DE PARTÍCULAS O AGLOMERADOS

Formados por partículas de madera (troncos finos, ramas, madera residual de pino, abeto, álamo, aliso, haya, abedul) y colas de resinas sintéticas.

Conformados mediante prensado en caliente (una capa homogénea o 3 capas) o extrusión (tableros aligerados).

- Características:
 - ◆ Poca resistencia a flexión y a tracción: escasa aplicación en el campo estructural
 - ◆ Material higroscópico.
 - ◆ Economía.
 - ◆ E trabaja con las herramientas de la madera maciza.
- Empleo:
 - ◆ Como tablero de base o soporte de ebanistería y carpintería de taller de interior (tabiquerías, puertas)
 - ◆ Bases de revestimiento de cubiertas, encofrados, etc.
- Clasificación:
 - ◆ Atendiendo al acabado superficial:
 - ◇ Recubierto (chapas de madera, melamina, estratificado, plásticos, etc.)
 - ◇ Desnudo.

- ◆ Según densidad (250 – 500 Kg/m³)
 - ◇ Tableros ligeros: elementos constructivos, placas acústicas.

TABLEROS AGLOMERADOS DE PARTÍCULAS

Distintas clases según el adhesivo empleado y la adición de fungicidas:

- Estándar: uso en ambiente seco.
- Resistente a la humedad: (verde) ambiente H<18%.
- Ignífugo: (rojo) con aditivos que mejoran su resistencia al fuego (M1, M2, M3)
- Resistentes a la humedad e ignífugos.
- Tratados contra agentes biológicos: (azul) ambiente H = 18 – 20 %

TABLEROS DE VIRUTAS

Formados por virutas de madera (pino, abeto) aglomerados mediante adhesivos (pulverización sobre la viruta) aplicando al conjunto presión y temperatura suficientes.

- Tipos:
 - ◆ OSB: tableros de virutas orientadas, >70 % de las virutas de las capas exteriores orientadas en sentido longitudinal al tablero y las de las interiores pueden ser perpendiculares a estas o colocadas aleatoriamente. Resistencias mecánicas más elevadas en sentido longitudinal.
 - ◆ WAFERBOARD: tableros de virutas. Su fabricación no tiene en cuenta la colocación de las virutas. Resistencias mecánicas inferiores e iguales en todas las direcciones. Menos empleados que los OSB.

TABLEROS DE VIRUTAS OSB

- Características:
 - ◆ Resistencias mecánicas más elevadas en sentido longitudinal.
 - ◆ Más económico que el contrachapado (estabilidad dimensional, conductividad térmica, aislamiento acústico, y comportamiento al fuego similares)
 - ◆ Más ligero que el contrachapado: fácil manejo.
- Empleo:
 - ◆ Base en trabajos de carpintería de taller.
 - ◆ Soporte y base de cubiertas, entrevigados.
 - ◆ Elementos estructurales
- Tipos de OSB: Hay 4 grupos en función de la cantidad de virutas orientadas no aleatoriamente, de su cruce en capas sucesivas (resistencia) y del empleo de colas más o menos resistentes a la humedad.
 - ◆ OSB 1: uso general y aplicaciones de interior en ambiente seco.
 - ◆ OSB 2: tableros estructurales en ambiente seco (interiores).
 - ◆ OSB 3: tableros estructurales en ambiente húmedo (semiexterior).
 - ◆ OSB 4: tableros estructurales de alta prestación en ambiente húmedo (semiexterior).

TABLEROS DE FIBRAS

Formados a partir del desfibrado al vapor de la madera (pino, abeto, eucalipto, chopo)

- Tipos:
 - ◆ Tableros porosos o blandos de fibras.
 - ◆ Tableros duros de fibras
 - ◆ Tableros de densidad media.

TABLEROS POROSOS DE FIBRAS

- Fibras aglutinadas con resina fenólica o emulsión acuosa de betún y ligeramente compactadas mediante laminación.
- Ligeras (230–350 Kg./m³), aislantes, insonorizantes, los de betún resistentes a la putrefacción.
- Admiten acabados de pinturas, papel, etc.

TABLEROS DE FIBRAS DUROS O SEMIDUROS

- Fabricación:
 - ◆ En seco: fibras aglutinadas con resina fenólica y emulsión de parafina (posibilidad de varias capas).
 - ◆ En húmedo: fibras aglutinadas con la liguina de la madera (tablex).
 - ◆ Empleo de aditivos (ceras, productos ignífugos, productos insecticidas, fungicidas, endurecedor) y aplicación de calor y presión.
- Características:
 - ◆ Densidad: 800/1000 Kg./m³
 - ◆ Superficie lisa o rugosa.
 - ◆ Inastillables, imputrescibles.
 - ◆ Alta resistencia mecánica.
 - ◆ Trabajo con herramientas de metal duro.

TABLEROS DE FIBRAS DUROS O SEMIDUROS:

- Tipos: tableros duros (HB) y de tableros semiduros (MBH) dependiendo del uso y del ambiente.
- Empleo:
 - ◆ Ebanistería (paneles traseros, embalajes)
 - ◆ Elementos estructurales (bases y soportes)

TABLEROS DE DENSIDAD MEDIA (MDF, DM)

- Las fibras se aglomeran en seco con resinas sintéticas y se prensan en caliente.
- Características:
 - ◆ Densidad: 600–850 Kg./m³. textura lisa.
 - ◆ Estructura uniforme y homogénea en todo su espesor.
 - ◆ Muy estable dimensionalmente.
 - ◆ Se trabaja y moldura con facilidad (como la madera maciza) se puede chapar, pintar, barnizar.
- Empleo:
 - ◆ Ebanistería, carpintería de taller (puertas, revestimientos, divisiones interiores)

- ◆ Bases y soportes de cubiertas, de suelos.
- Tipos según:
 - ◆ Su acabado: recubiertos o desnudos.
 - ◆ El uso y la resistencia a la humedad (adhesivo)
 - ◇ MDF: uso general en ambiente seco.
 - ◇ MDF: uso general en ambiente húmedo.
 - ◆ Existen además: ignífugos, resistentes a la humedad e ignífugos, tratados contra agentes biológicos, etc.

TABLEROS DE MADERA CEMENTO

- Fabricados mediante la aplicación de presión sobre partículas de madera u otras fibra vegetales, aglomerados con cemento hidráulico, generalmente con aditivos.
- Tipos:
 - ◆ Tableros de partículas.
 - ◆ Tableros de virutas.
- Tableros de partículas de madera y cemento.
 - ◆ Características:
 - ◇ Elevada densidad (1200 Kg./m³).
 - ◇ Gran uniformidad.
 - ◇ Estabilidad dimensional reducida
 - ◇ Resistencia al fuego M1, resistencia al choque, aislamiento acústico, durabilidad.
 - ◇ Manipulación más compleja que el resto de tableros.
 - ◇ Revestimiento y acabados deben ser compatibles con el pH del tablero. Admiten imprimaciones y pinturas.
 - ◆ Empleo: tabiquerías, revestimientos, cerramientos, bases y soportes de suelos y cubiertas.
- Tableros de virutas de madera- cemento.
 - ◆ Fabricación: virutas de madera aglomerada con cemento Portland o magnetita.
 - ◆ Dimensiones: e = 2,5; 3; 3,5; 4 cm. 120 x 60 cm.
 - ◆ Características: ligeros, resistencia al fuego M1, aislamiento acústico, durabilidad.
 - ◆ Empleo: aislamientos térmicos, aislamientos acústicos, falsos techos, tabiques encofrados.