

# TABLEROS DE FIBRAS



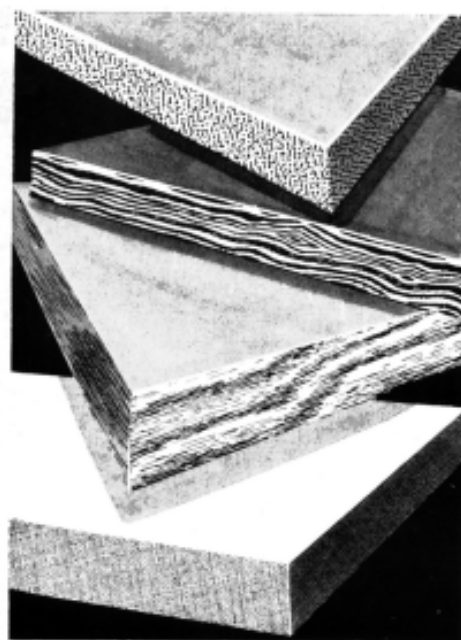
## Introducción

A lo largo de los siglos, la producción de madera ha servido al hombre para cubrir sus necesidades más esenciales; como la obtención de energía, construcción naval, vivienda, fabricación de útiles para labores agrícolas, muebles, etc.

Conscientes de que la madera maciza es un bien escaso y de que tarde o temprano los bosques naturales no podrían seguir constituyendo una reserva ilimitada, los centros tecnológicos y la industria iniciaron el desarrollo de productos alternativos que fuesen capaces de dar respuesta a la creciente demanda de madera en el mercado.

Estos productos alternativos debían mejorar el aprovechamiento del recurso forestal y disminuir las exigencias en cuanto a calidad de la materia prima, además de fabricar productos homogéneos y normalizados que permiten tener acceso a un mercado internacional.

Como consecuencia de estas investigaciones surgieron los tableros derivados de la madera, cuya denominación engloba un amplio número de productos fabricados con distintos



elementos de madera. De forma genérica, se puede decir que un tablero de madera es una pieza en la que predomina la longitud y la anchura sobre el espesor y donde el elemento principal que lo constituye es la madera en alguna de sus formas (láminas, astillas, virutas, listones, fibras, etc).

Estos tableros derivados de la madera se dividen a su vez en varios grupos, dependiendo básicamente del tamaño y la forma de los elementos de madera que los componen, destacando por su importancia los tableros de partículas y los tableros de fibras.

Las tecnologías de elaboración de esta industria permiten desintegrar la

# tableros de fibras

madera de pequeñas dimensiones y recomponerla de nuevo obteniendo productos normalizados de comportamiento homogéneo. De esta forma es posible aprovechar como materia prima la madera de reducido diámetro procedente de plantaciones, de restos de cortas, de subproductos procedentes de otros procesos y de maderas recicladas que antes se consideraban inútiles.

En el caso de los tableros de fibras, su desarrollo ha sido fundamental para la evolución de otras industrias de transformación de la madera. Estos tableros permitieron optimizar el aprovechamiento de la materia prima disponible y, a su vez, sustituir gran parte de los requerimientos de madera maciza, facilitando la incorporación de procesos automatizados y de fabricación en cadena a numerosos procesos de carpintería y mobiliario.

La fabricación en el ámbito industrial y el inicio de la comercialización de los tableros de fibras es relativamente reciente, remontándose a las décadas de los años 1930-1940.

Los tableros de fibras por el proceso húmedo (*Hardboard*) tienen su origen en

Estados Unidos, con la aparición de la patente de Lyman en 1858, pero sobre todo, con la aportación de William y Manson (proceso "Mansonite" patentado en 1927).

En Europa este producto recibió un gran impulso con la invención por parte del Dr. Asplund en 1931 del proceso de fabricación de la pulpa termomecánica que incorporaba el calentamiento de las astillas de madera con vapor a presión y su posterior desfibrado mecánico en continuo.

En la Euroregión la primera instalación de tablero de fibras duro se puso en marcha en el año 1958 en Pontevedra (Galicia) por la empresa Tafisa.

Por su parte, el tablero de fibras de densidad media, conocido como Medium Density Fiberboard (MDF) tiene su origen en investigaciones realizadas en Estados Unidos en la primera mitad de la década de los 50, basados en la producción de fibras por un proceso termomecánico similar al de las líneas de *hardboard*, pero utilizando la vía seca.

Los desarrollos realizados y el posterior perfeccionamiento de este proceso han significado un gran avance para la

industria de transformación de la madera, dando lugar a un nuevo producto llamado MDF, que sustituye a la madera maciza, constituyendo hasta el momento una de las mejores formas de reconstruir la madera.

La primera industria de fabricación de este producto fue Alliad Chemical Baraboard MDF, que inició su actividad en 1966 en Deposit, Nueva York, EE.UU.

En Europa la fabricación industrial se inicia en 1973 en Ribnitz-Damgarten, Alemania y la primera línea de producción de MDF en la Eurorregión se establece en Padrón (La Coruña) en 1981 por parte del Grupo Finsa.

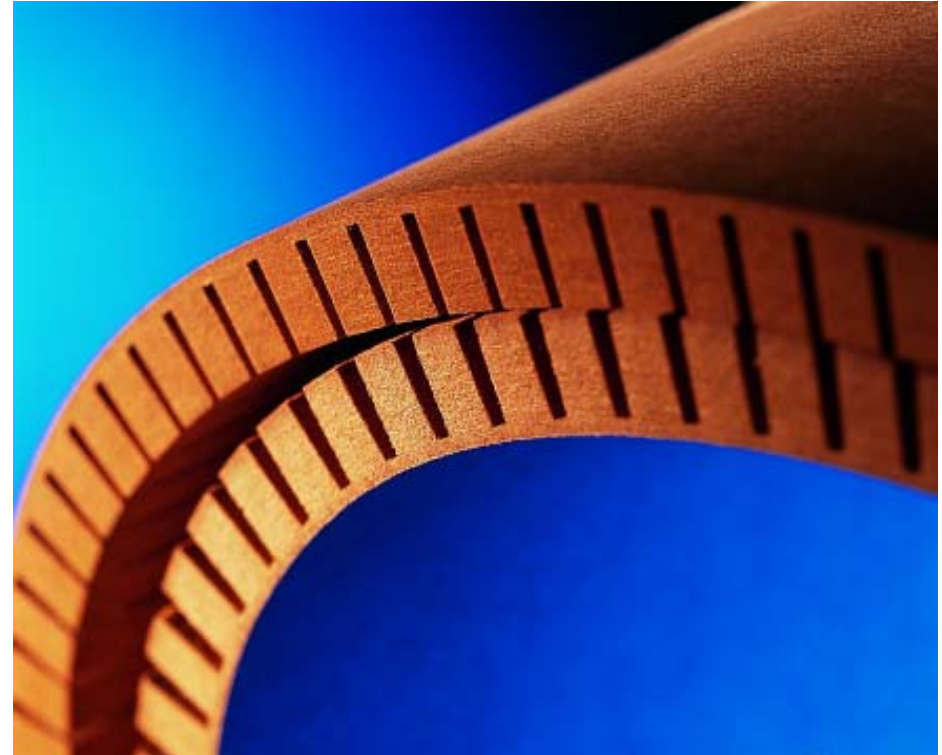
Hasta el momento, los tableros de fibras siguen considerándose una de las mejores formas posibles de reconstituir las fibras de madera en un producto homogéneo, con facilidad para el moldeado, fresado y acabado, lo que le convierte en una alternativa al empleo de la madera maciza en numerosas aplicaciones de carpintería y mobiliario.

## Situación actual del sector

Históricamente, la Eurorregión Galicia-Norte de Portugal ha sido una de las mayores productoras de madera de la Península Ibérica.

A su vez, uno de los subsectores más importantes de la cadena transformadora de la madera en la Eurorregión es el de los tableros derivados de la madera, con empresas que pueden considerarse pioneras e innovadoras a nivel mundial al haberse instalado aquí tanto algunas de las primeras plantas como las tecnologías más avanzadas.

Este subsector presenta unas características particulares en cuanto a su evolución histórica. Su origen se remonta a finales de los años 50 y principios de los 60 con la instalación de las primeras líneas de tablero de partículas y fibras duro. Posteriormente se produce un gran crecimiento de la capacidad instalada en la década de los 70, e importantes reestructuraciones al inicio de los 80, a consecuencia de las



cuales el subsector evoluciona en diversas direcciones; por un lado aparecen nuevas fábricas de tablero con una mayor capacidad de producción, y lo que fue más importante, se construyen las primeras líneas de fabricación de tablero de media densidad (MDF).

En estos momentos hay en la Eurorregión un total de 13 plantas industriales de tableros derivados de la madera, cuya producción representa el 35% de la capacidad total de la Península Ibérica.

De estas trece plantas, 6 producen

tablero de partículas con un porcentaje de utilización de madera de eucalipto muy reducido.

Otras dos plantas producen tablero de fibras duro (*hardboard*) que es producido en un 100% con madera de *Eucalyptus globulus*, Estas dos plantas están localizadas en Galicia (Pontevedra y Betanzos), pertenecen al grupo SONAE y su producción representa el 66% de la capacidad Ibérica.

Otras cuatro plantas fabrican tableros de fibras de densidad media (MDF) con una capacidad de producción conjunta

que representa el 48% de la producción total de la península ibérica. Además existe una planta de tablero de fibras conformado, con tecnología de fabricación de última generación.

La industria de los tableros derivados de la madera de esta región europea se encuentra en un importante proceso de transformación, no sólo en cuanto a la capacidad productiva, sino también en la adaptación a la calidad de las materias primas y al tipo de especies disponibles, utilizando cada vez un mayor porcentaje de maderas de pequeño diámetro procedente de las operaciones selvícolas de limpieza y mejora, subproductos de otros procesos y, en algunos casos, madera reciclada.

En la actualidad todas las empresas existentes han aumentado su capacidad productiva, mediante procesos de integración vertical que han dado lugar a la aparición de grandes grupos industriales, que producen tablero y productos semielaborados destinados a la industria del mobiliario y la decoración.

Mención especial merece la capacidad de adaptación de este subsector a la disponibilidad de las especies de madera locales, destacando la reciente fabricación de tablero MDF elaborado íntegramente con *Eucalyptus globulus* como una respuesta necesaria a la fuerte implantación de esta frondosa en la Eurorregión.

Las características de la madera de *E. globulus* difieren notablemente de las que poseen las coníferas habitualmente empleadas (*Pinus pinaster*) como materia prima para la fabricación de MDF.



Desde el punto de vista morfológico, el eucalipto presenta una mayor heterogeneidad en su composición celular, con abundancia de fibras cortas del tipo libriformes, traqueidas, células de parénquima y vasos que forman una estructura muy densa. Su madera es aproximadamente un 30% más densa que el pino y posee mayor acidez.

Además, el porcentaje de pared celular es muy superior y más lignificado que en el caso del pino y la composición química difiere tanto en la naturaleza como en la composición porcentual de los principales componentes.

Todo lo anterior ha redundado en una notable dificultad histórica en el empleo de madera de Eucalipto blanco como materia prima para la elaboración de tableros MDF, pero también una oportunidad para descubrir sus ventajas para muchas aplicaciones, cuando se aplica la tecnología adecuada en el proceso de fabricación.

## El tablero de fibras duro (Hardboard)

El tablero de fibras duro (Hardboard), cuya densidad varía entre 800 y 1000 kg/cm<sup>2</sup>, está formado por fibras cohesionadas a través de las propiedades termoplásticas de las propias sustancias de la madera. El espesor de este tipo de tablero oscila entre 2,5 y 8 mm.

Las medidas más habituales del producto final (longitud y anchura) son: 2440 x 1220, 2440 x 1250, 2440 x 1500; 2750 x 1220 mm para longitud y anchura, y espesores de 2,5; 3,2; 4; 5; 6; 6,4 y 8 mm. Las despiezadoras actuales permiten obtener cualquier tipo de anchura y longitud dependiendo del formato de partida.

Dependiendo de las aplicaciones, es posible incorporar aditivos a los tableros de fibras durante el proceso de fabricación para mejorar algunas de sus propiedades. Entre los aditivos más usuales se encuentran las ceras, para aumentar la repelencia a la humedad, los productos ignífugos, insecticidas, fungicidas, etc.

### Tecnología

El proceso de fabricación del tablero de fibras duro se caracteriza por no utilizar adhesivos para enlazar las fibras de madera, siendo preciso utilizar grandes volúmenes de agua como vehículo transportador de las fibras.

El producto final presenta un color marrón oscuro originado durante la polimerización de las ligninas y los azúcares a altas temperaturas así como unas marcas características en una de sus caras por haber descansado sobre una malla metálica durante parte del proceso.

El conjunto del proceso consta de las siguientes etapas: astillado, limpieza de astillas, desfibrado, formación de la manta húmeda, prensado, templado, humectación, acabado, lijado y corte a medida.

Cuando se utiliza eucalipto blanco, la madera puede ser procesada con corteza, al ser éste un material muy fibroso que puede incorporarse como materia prima.

Una vez producidas las astillas se realiza un lavado para eliminar las

posibles arenas o metales que pudiesen incorporar y que provocarían trastornos durante las siguientes etapas del proceso y un mayor desgaste de las herramientas de corte al elaborar el producto.

Una vez limpias, las astillas de madera son enviadas al desfibrador termo-mecánico. Antes de que se pueda llevar a cabo el desfibrado propiamente dicho, las astillas son precalentadas y sometidas a un tratamiento con vapor de agua saturado dentro del digestor, a presiones de 8-10 bares durante 3-5 minutos.

Durante este proceso se produce la plasticidad de la sustancia intercelular de carácter lignoso, lo que facilita el posterior tratamiento mecánico en la cámara de desfibrado donde finalmente se obtienen las fibras.

Posteriormente, las astillas húmedas y calientes se hacen pasar bajo presión al interior de dos discos desfibreadores que normalmente giran en sentido contrario y de cuya separación depende el grosor de la fibra. Las astillas se inyectan por su parte interior y por la acción centrífuga, tienden a salir al



exterior pasando antes por los discos desfibreadores.

Obtenidas las fibras, se envían al tanque de pulpa donde se mezclan con agua hasta una concentración del 6%. De aquí, pasan a las cubas de pulpa para diluir todavía más las concentraciones, de manera que a la entrada de la línea de formación, la hoja o manta húmeda tenga una concentración del 1%.

Posteriormente, la pulpa se transporta sobre una cinta que permite eliminar el exceso de agua por filtración, de tal modo que, a la salida de la formadora, la concentración es de un 30% aproximadamente.

Seguidamente las hojas húmedas se transportan en marcos de malla metálica y se introducen primero en una prensa en frío y después en la prensa de platos calientes, donde por el efecto

del calor, la presión aplicada y las ligninas de la propia madera, las fibras vuelven a consolidarse sin necesidad de ningún agente encolante, perdiendo por escurrido y vaporización el exceso de agua.

A la salida de la prensa los tableros se someten a la acción de calor en unas cámaras (de templado) para mejorar sus propiedades, pasando a continuación a las cámaras de humectación para acondicionarlos a la humedad de equilibrio. Finalmente, el tablero terminado se lija, se corta a las medidas comerciales y pasa a almacén para su expedición.

### Propiedades

Las características más destacables del tablero de fibras duro fabricado con *Eucalyptus globulus* son su uniformidad en la densidad y la textura fina de las fibras que permiten un perfecto acabado superficial, apto para pintar o recubrir con papeles melaminicos.

El conjunto de sus propiedades le confieren también una elevada dureza y resistencia a la compresión, alta densidad superficial, buen comportamiento frente al alabeo, facilidad de grapado y

clavado, consistencia y aptitud para el curvado.

La densidad del *hardboard* está alrededor de los 1000 kg/m<sup>3</sup> con un contenido de humedad del 6±2% en el momento de su expedición.

En cuanto al comportamiento al fuego, el tablero de fibras duro esta en una clase M-3 o M-4, pudiendo llegar a obtenerse tableros M-1 y M-2 mediante tratamientos de ignifugación. El coeficiente de conductividad térmica es de 0,14 kcal/mh°C.

Las tablas 1 y 2 incluyen las especificaciones de las principales propiedades de los tableros de fibras duros.

### Aplicaciones

Las principales aplicaciones de este tipo de tableros (tabla 3) son encofrados, envases y embalajes, fabricación de mobiliario (traseras y cajones), industria del automóvil, industria del juguete, paramentos de puertas planas, pavimentos, industria del calzado, etc.

Tabla 1. Especificaciones para Tablero de Fibras Duro de aplicación general para uso en condiciones secas (HB)

PROPIEDAD	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RANGO NOMINAL DE ESPESORES (mm)		
			< 3,5	> 3,5 a 5,5	> 5,5
Hinchazón espesor 24h	EN 317	%	35	30	25
Resistencia a la tracción	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,50
Resistencia a la flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	30	30	25

Tabla 2. Especificaciones para Tablero de Fibras Duro de aplicación general para uso en condiciones húmedas (HB.H)

PROPIEDAD	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RANGO NOMINAL DE ESPESORES (mm)		
			< 3,5	> 3,5 a 5,5	> 5,5
Hinchazón espesor 24h	EN 317	%	25	20	20
Resistencia a la tracción	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	0,60	0,60	0,60
Resistencia a la flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	35	32	30
Resistencia a la tracción después del ensayo de cocción. EN 1087-1	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	0.30	0.30	0.25

Tabla 3. Principales aplicaciones de los tableros de fibras duros

Producto	Descripción	Aplicaciones
Hardboard para usos generales	Alta densidad, excelente estabilidad dimensional, sin emisión de formaldehído superficie adecuada para lacado.	Puertas Fondos de armarios y cajones Elementos decorativos
Hardboard moldeable	Excelentes propiedades de moldeo sin emisión de formaldehído, parte trasera apropiada para aplicación de textiles sintéticos sintéticos.	Industria del automóvil
Hardboard para pavimentos	Alta densidad densidad, excelente estabilidad dimensional, sin emisión de formaldehído, elevada resistencia a la flexión y tracción.	Pavimentos y suelos
Hardboard perforado	Escelente estabilidad dimensional, sin emisión de formaldehído buenas propiedades acústicas.	Bases para camas Aislamiento acústico de espacios

## El tablero de fibras de densidad media

El tablero de fibras de densidad media (Medium Density Fibreboard) está formado por fibras lignocelulósicas cuya unión se consigue mediante un adhesivo y un proceso de prensado en caliente.

Al ser un producto constituido por fibras encoladas, obtenido por vía seca, presenta superficies lisas y libres de defectos en ambas caras, lo que facilita su acabado decorativo con un amplio rango de productos.

El rango de densidades del tablero MDF está normalmente comprendido entre 600 y 900 kg/m<sup>3</sup> y las dimensiones más usuales del producto final son 1830 mm de anchura por 3660 mm de longitud con espesores entre 2,5 y 60 mm. Actualmente, las líneas de despieceado permiten obtener cualquier tipo de anchura y longitud en función del formato de partida.



## Tecnología

La empresa FINSA dispone de dos líneas de fabricación de tablero de fibras de densidad media con eucalipto, capaces de producir MDF de espesores fino y medio respectivamente.

La fabricación de MDF con madera de *E. globulus* ha sido posible gracias al desarrollo de tecnologías innovadoras en varias etapas del proceso de fabricación y, en la actualidad, estas dos líneas son las únicas en el mundo capaces de fabricar un tablero de fibras de densidad media elaborado íntegramente con eucalipto blanco.

Con independencia de la especie de madera empleada, la clave para producir un tablero MDF de calidad, reside en la utilización de fibras individualizadas y homogéneas.

El proceso se inicia con la trituración de la materia prima mediante unas astilladoras de cuchillas. Las astillas obtenidas se clasifican, separando por un lado las gruesas que irán a un molino para su reducción, y por otro, las finas que se envían a una caldera para producir energía. Sólo el material seleccionado y de tamaño uniforme pasa a la

Tabla 4. Especificaciones para MDF de aplicación general para uso en condiciones secas (MDF)

PROPIEDAD	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RANGO NOMINAL DE ESPESORES (mm)								
			1,8 a 2,5	>2,5 a 4,0	>4 a 6	>6 a 9	>9 a 12	>12 a 19	>19 a 30	>30 a 45	>45
Hinchazón en espesor 24h.	EN 317	%	45	35	30	17	15	12	10	8	6
Resistencia a la tracción	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	0,65	0,65	0,65	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50
Resistencia a la flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	23	23	23	23	22	20	18	17	15
Módulo elast. en flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	-	-	2.700	2.700	2.500	2.200	2.100	1.800	1.700

Tabla 5. Especificaciones para MDF de aplicación general para uso en condiciones húmedas (MDF.H)

PROPIEDAD	MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RANGO NOMINAL DE ESPESORES (mm)								
			1,8 a 2,5	>2,5 a 4,0	>4 a 6	>6 a 9	>9 a 12	>12 a 19	>19 a 30	>30 a 45	>45
Hinchazón en espesor 24h.	EN 317	%	35	30	18	12	10	8	7	7	6
Resistencia a la tracción	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	0,70	0,70	0,70	0,80	0,80	0,75	0,75	0,70	0,60
Resistencia a la flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	27	27	27	27	26	24	22	17	15
Módulo elast. en flexión	EN 310	N/mm <sup>2</sup>	2.700	2.700	2.700	2.700	2.500	2.400	2.300	2.200	20200
Opción 1											
Hinchazón en espesor después del ensayo cíclico	EN 317	%	50	40	25	19	16	15	15	15	15
Resistencia a la tracción después del ensayo cíclico	EN 321										
	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	0,35	0,35	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,10
	EN 321										
Opción 2											
Resistencia a la tracción después del ensayo de cocción	EN 319	N/mm <sup>2</sup>	0,20	0,20	0,20	0,15	0,15	0,12	0,12	0,10	0,10
	EN 1087-1										





siguiente fase del proceso.

Después de la selección, las astillas se lavan (scraper) para conseguir un tablero con bajo contenido en impurezas minerales.

Las astillas de madera una vez elaboradas y limpias, pasan al refinador para ser desfibradas. El desfibrado es la parte más determinante, tanto para las siguientes etapas del proceso como en lo que se refiere a la calidad final del producto.

Aquí se van a establecer las condiciones operativas para lograr una desestructuración de los haces de fibras de madera y obtener una fibra individualizada. Esta rotura se debe hacer de forma selectiva para las capas internas de las fibras e intentando no superar el punto de transición vítrea de la lignina.

En el caso del eucalipto se han diseñado equipos especiales de digestión y desfibrado con un amplio rango de operatividad y flexibilidad. Además, durante esta fase se han duplicado los equipos para realizar un tratamiento totalmente independiente de las fibras que se destinan a la parte superficial del tablero (capa externa)

Tabla 6. Principales aplicaciones de los tableros de fibras de densidad media

Producto	Descripción	Aplicaciones
MDF Estándar MDF Baja densidad	Tablero estándar . Tablero ligero. (Densidad 20% inferior al MDF estandar).	Aplicaciones generales: mobiliario, carpintería, molduras y objetos diversos. Aplicaciones de mecanización y regularidad de superficie. Interiores de puertas revestidas. Expositores.
MDF apto laca MDF MR	Tablero superlac: excelente comportamiento. ante operaciones de mecanizado. Tablero resistente a la humedad.	Elementos mecanizados de mobiliario en general, puertas, cocina y baño, con acabados en laca o pintura. Muebles de cocina y baño, principalmente encimeras. Carpinterías para construcción: marcos de puertas, rodapiés. Flooring.
MDF Clase M1	Tablero ignífugo clase M1. Es un tablero de fibra con aditivos ignifugantes su composición.	Locales públicos y usos en que se necesiten materiales retardantes al fuego.
MDF HD o FL	Tablero específico para aplicación en suelos.	Flooring.

respecto a las que van a la zona central (capa interna).

El objetivo es obtener fibras de menor rigidez, más flexibles, más claras, de mayor capacidad de enlace, y con mayor grado de individualización, contribuyendo así a la calidad final del tablero MDF de eucalipto.

Al inicio de este proceso, las astillas son precalentadas a una temperatura de 80-85°C y pasan al digestor donde se someten a un tratamiento con vapor de agua saturado a una temperatura de

160-170°C, presión de 7 a 8 bar, durante 1 a 3 minutos.

Las astillas húmedas y calientes se hacen pasar bajo presión por el interior de dos discos desfibreadores de cuya separación depende el grosor de la fibra obtenida. Las astillas se inyectan por su parte interior y, por la acción centrífuga, tienden a salir al exterior pasando a través de dos discos desfibreadores que giran en sentido contrario.

A la salida del refinador, las fibras son enviadas por la misma presión a la

entrada del secadero. Es entre estas dos etapas donde se suele realizar el encolado. La diferenciación de las fibras que forman la capa exterior e interior, concede gran flexibilidad para realizar diversas formulaciones y dosificaciones a la hora de efectuar el encolado con resinas aminoplásticas. Adicionalmente, la línea dispone de un sistema mixto de encolado para la fibra de capa interior (encolado tipo blow-line o tipo blender) que proporciona un mayor rendimiento de la resina y minimiza las desventajas

que generan los sistemas puros de encolado.

El secado puede realizarse en una o dos etapas. Un secado en una sola etapa es más económico, pero un secado en dos etapas permite aumentar la capacidad y realizar un proceso más lento y por lo tanto más homogéneo.

Posteriormente, el material se envía a un silo regulador que lo descarga en la línea de formación. Durante esta fase, el sistema de formación por capas de distinta naturaleza (externa e interna) unido a una tecnología de formadoras de manta con un sistema específico de reparto mecánico, permiten obtener una mayor homogeneización en la distribución de las fibras y un enlace entre fibras tridimensional y uniforme.

A continuación el colchón se prensa en frío para eliminar el aire y reducir su espesor, lo que facilita una mejor transmisión de calor hacia el interior de la fibra durante el posterior prensado en caliente.

El proceso de prensado en caliente tiene una duración próxima a los 5 minutos en función del espesor del

tablero. El rango de temperaturas empleado oscila entre los 180-200°C.

Gracias al sistema independiente de desfibrado, encolado, secado y formación por capas, que permite operar con diversos gradientes de humedad y contenidos de resinas, la eficacia obtenida en el prensado es muy alta. Estos aspectos han aportado una notable optimización (cualitativa y cuantitativa) del curado de la resina y, por tanto, del grado de adhesión de las fibras entre sí.

A la salida de la prensa, los tableros se acondicionan mediante un enfriado y apilado. Normalmente la línea cuenta con un almacén intermedio para prolongar el tiempo de estabilización y curado, necesario antes de la etapa de acabado, en maderas que presentan una baja reactividad frente a las colas aminoplásticas convencionales.

Finalmente, los tableros pasan la línea de acabado, donde se lijan, se cortan a las medidas requeridas y se almacenan en espera de su expedición.



### Propiedades

Los tableros de fibras de densidad media se caracterizan por constituir un material homogéneo y con propiedades uniformes lo que conlleva que puedan ser mecanizados (cortados, moldurados, fresados, etc) con mucha facilidad.

Desde el punto de vista dimensional constituyen un material estable cuyo movimiento por cada incremento en un punto de humedad se estiman en un 0,05% de aumento de la dimensión en la dirección del plano del tablero y de un 0,35% en su espesor.

El coeficiente de conductividad térmica varía en función del espesor con valores de referencia que oscilan entre 0,047 kcal/mh°C para un tablero de 10

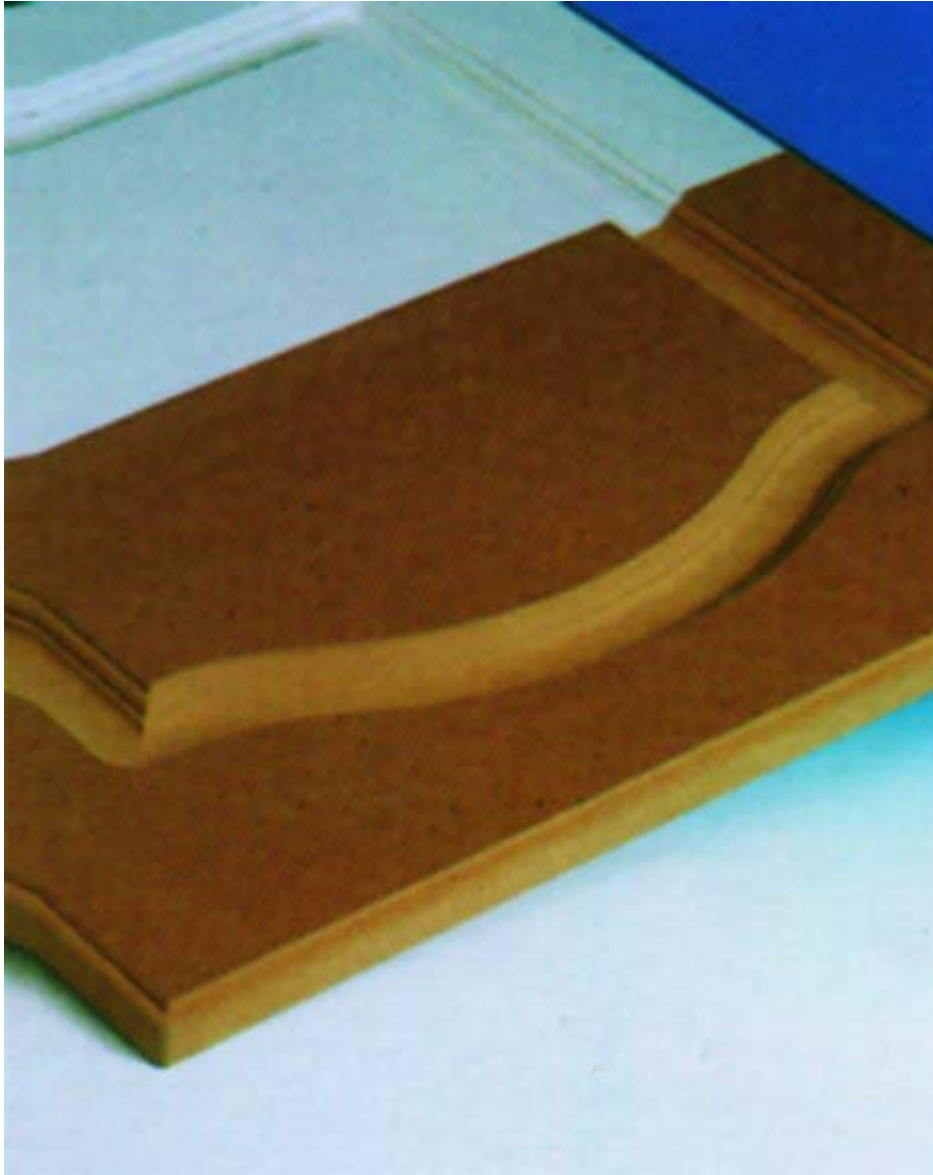
mm de espesor y 0,072 kcal/mh°C para un tablero de 45 mm de espesor.

En cuanto al comportamiento al fuego, el tablero de fibras de densidad media normal tiene una clasificación M-4 (espesores inferiores a 14 mm) o M-3 (espesores superiores a 14 mm).

La tabla 4 muestra las especificaciones de las principales propiedades de tableros de fibras de densidad media de distintos espesores aplicables a su empleo en condiciones secas.

Es posible disponer de tableros MDF con características especiales que mejoran su comportamiento frente a distintos agentes.

Por ejemplo, existe la posibilidad de realizar tratamientos ignífugos que mejoran la reacción al fuego pudiendo



llegar a obtenerse tableros con la clasificación M-1 y M-2. Normalmente, estos tableros se distinguen de los normales por presentar una coloración rojiza.

Otros tableros con características especiales son los tableros de fibras de densidad media resistentes a la humedad que se diferencian de los normales por presentar una coloración verde.

En estos tableros, se mejoran propiedades como la resistencia a la tracción y la hinchazón después de someterlos a ensayos de envejecimiento acelerado por lo que están indicados para su empleo en aplicaciones especiales como mobiliario de cocina y baño.

En todo caso, los tableros deben ser manejados y almacenados adecuadamente para conseguir unas buenas prestaciones. Siempre que sea posible deben almacenarse bajo cubierta o, al menos, protegidos de la acción del sol, de la lluvia y de la salpicadura de productos químicos. Se aconseja también un acondicionamiento previo de los tableros a las condiciones ambientales en su lugar de aplicación.

La tabla 5 muestra las especificacio-

nes de las principales propiedades de tableros MDF para su empleo en condiciones húmedas.

Dentro de las propiedades expuestas, el tablero MDF elaborado íntegramente con eucalipto tiene una densidad media próxima a los  $700 \text{ kg/m}^3$  y, sobre todo, una relación densidad mínima/densidad media del 90% aproximadamente lo que se traduce en una homogeneidad de su núcleo que le confiere un comportamiento muy adecuado ante las distintas operaciones de mecanizado.

Por otro lado, este tablero alcanza una densidad superficial de  $1000 \text{ kg/m}^3$  que proporciona una excelente superficie lo que unido a la finura y blancura de las fibras le otorga una excelente aptitud para recibir una amplia gama de acabados decorativos; desde revestimientos con papel o laminados plásticos a sofisticados lacados.

## Aplicaciones

Desde el inicio de su desarrollo y hasta la actualidad, las aplicaciones de los tableros MDF han experimentado un continuo crecimiento debido, fundamentalmente, a su adaptabilidad para sustituir elementos de madera maciza y a la madurez de otros tableros derivados de la madera como los de partículas o de fibras duros a los que tienden a sustituir progresivamente (ver tabla 6).

Entre las aplicaciones más significativas de los tableros de fibras de espesores delgados, destaca su empleo como paramentos de puertas planas, elementos de electrónica industrial, industria del calzado, molduras, elementos curvos para mobiliario, rodapiés, traseras de muebles, paredes laterales de ataúdes, embalaje, cajerío, industria auxiliar del automóvil, etc.

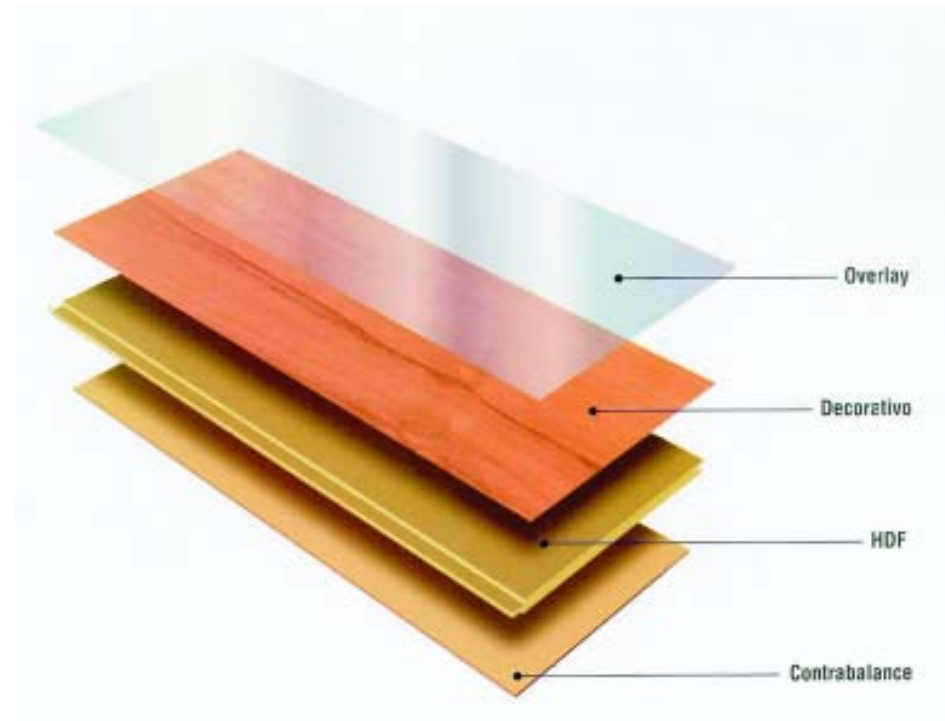
Los tableros de fibras de mayor espesor son materiales empleados habitualmente en la fabricación de mobiliario de hogar y oficina, así como en todo tipo de elementos decorativos y de carpintería de interior (paneles para tabiques, cornisas, marcos, molduras,

puertas macizas, tapas y pies de mesas, estanterías, etc).

Por otro lado, los tableros con características especiales tienen aplicaciones particulares como es el caso del empleo de tableros de fibras resistentes a la humedad en mobiliario de cocina y baño.

A lo largo de los últimos años están surgiendo nuevos productos sobre la base del tablero MDF que han alcanzado rápidamente una fuerte presencia en distintos mercados. Es el caso por ejemplo de los tableros para suelos (flooring) compuestos por una estructura de MDF de alta densidad (HD) en su interior, un recubrimiento decorativo protegido por una película de alta resistencia (overlay) y un contrabalanceo en su parte inferior.

Con todo, es importante considerar que el tablero MDF como producto aún no ha alcanzado su madurez por lo que continúa ganando cotas de mercado y se prevé un importante aumento de sus aplicaciones en el sector de la construcción durante los próximos años.



## Bibliografía

ARRIAGA, F.; GONZÁLEZ, M.A.; MEDINA, G.; ORTIZ, J.; PERAZA, F.; PERAZA, J.E.; TOUZA, M.C. 1994. "Guía de la madera para la construcción, el diseño y la decoración". Ed. AITIM, Madrid.

BERMÚDEZ, J. 1998. "La industria de los tableros derivados de la madera". Revista del Centro de Innovación y Servicios Tecnológicos de la Madera, 1.

BERMÚDEZ, J.; FERNÁNDEZ, J.M. 2000. "El tablero de fibras de densidad media (MDF)". Revista del Centro de Innovación y Servicios Tecnológicos de la Madera, 4.

CANADIAN WOOD COUNCIL. 1991. "Wood reference handbook". Ed. CWC, Canadá.

EURO MDF BOARD-FIRA. 1993. "MDF, a users manual". Ed. FIRA, Reino Unido.

FURNITURE INDUSTRY RESEARCH ASSOCIATION. 1971. "Hardboard in furniture". Ed. FIRA, Reino Unido.