

Tableros de madera de partículas

Mario H. Chan Martín ¹, Omar Araujo Molina ², Manuel Azueta García ¹, Luis E. Solís Rodríguez ³

RESUMEN

Uno de los objetivos en la utilización de los tableros o paneles es aprovechar maderas de baja calidad, de pequeñas dimensiones o residuos resultantes de ellas. En la actualidad, la demanda de los tableros de partículas para fines decorativos o estructurales se ha incrementado con respecto a los tableros de madera contrachapada. En este trabajo se presenta la información general sobre los tableros, así como la información específica referente a los tableros de partículas.

Palabras clave: Tableros de partículas, aglomerados, hojuela, oblea, astilla, aserrín, hebra, lana de madera.

INTRODUCCIÓN

Un tablero o panel es un producto forestal, es decir, un elemento que se obtiene de la madera mediante algún proceso industrial y se presenta en forma de hojas, las cuales están constituidas por chapas, partículas o fibras. Existe una tendencia predominante en muchos países de América Latina para fabricar y usar cada vez más los tableros a base de madera, ya que se pueden utilizar para fines estructurales o decorativos. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) distingue tres tipos de tableros: los de **madera contrachapada o triplay**, los de **fibra** y los de **partículas**.

De estos tres tipos solamente los de *madera contrachapada* y los de *partículas* pueden tener una aplicación estructural, ya que los tableros de fibra no tienen las propiedades requeridas para poder utilizarlos en la construcción. Cada tipo de tablero se distingue por sus características particulares pero, en general, presentan grandes ventajas con respecto al uso de la madera aserrada. Algunas de estas ventajas son:

- Se eliminan o reducen los efectos de debilitamiento que se tienen en la madera aserrada, causados por nudos, desviación de la fibra u otros defectos.
- Debido a que se fabrican en dimensiones mayores que las obtenidas en piezas de madera aserrada, con ellos es posible cubrir con facilidad grandes superficies.
- Tienen una mejor estabilidad dimensional.

- Reducen el desperdicio en su procesamiento, ya que se producen con material que en algunos aserraderos consideran que es material de desecho o de desperdicio.
- Pueden diseñarse para satisfacer necesidades específicas, incorporando diversas sustancias o modificando convenientemente los tratamientos térmicos o mecánicos a los que pueden ser sometidos, con el fin de lograr elementos con determinadas características de resistencia al agua, al fuego, a la pudrición o a acciones mecánicas requeridas para aplicaciones estructurales.
- Posibilita la utilización de especies de rápido crecimiento y de ciertas especies blandas y marginadas.

Actualmente la fabricación de muchos tableros o paneles está basada en el empleo de materia prima en forma de desperdicios por residuos de otras manufacturas de madera y en la utilización de árboles más pequeños y de baja durabilidad.

Es conveniente mencionar que cada tablero deberá usarse en sus condiciones favorables, por ejemplo, un tablero aglomerado no debería usarse en condiciones severas de humedad, ya que esto afectaría su durabilidad.

Independientemente de la clasificación que propone la FAO, actualmente se fabrican los siguientes tipos de tableros: los *contrachapados* que están constituidos por láminas encoladas de madera; los tableros *aglomerados* que están hechos a base de partículas de madera o fibras de bagazo y resinas sintéticas; los tableros de *fibra* de madera y los tableros *aglomerados con astillas o lana de madera y cemento*.

¹ Técnico Académico del Laboratorio de Materiales. FIUADY

² Profesor Investigador del Cuerpo Académico de Estructuras y Materiales. FIUADY

³ Profesor Investigador del Cuerpo Académico de Ciencias Básicas. FIUADY

EL TABLERO COMO SISTEMA DE PREFABRICACIÓN

A la madera se le considera como el material más versátil utilizado en la construcción y, probablemente, el único con el que se puede construir la totalidad de una vivienda: estructuras, revestimientos, puertas, ventanas, accesorios, mobiliario, etc.

La construcción con madera puede efectuarse con distintos sistemas de fabricación, los cuales se diferencian principalmente por la cantidad de trabajo realizado en la fábrica o en la obra; desde la transformación de la madera a piezas de distintas secciones y tamaños, hasta la fabricación completa de elementos volumétricos (figura 1), donde cada uno requiere equipo suficiente de acuerdo a la cantidad de construcciones por realizar.

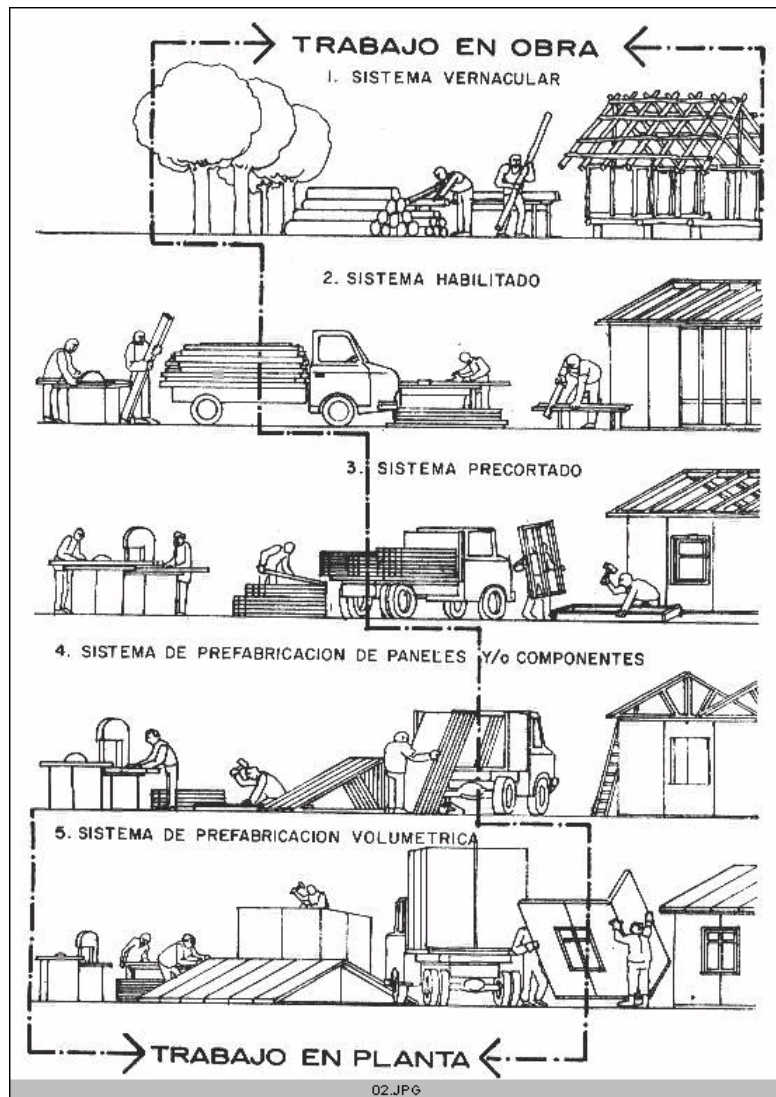


Figura 1. Tipos de sistemas constructivos con madera (tomado de PADT-REFORT, 1984).

Los tableros o paneles pertenecen al sistema constructivo industrializado de prefabricación parcial. Los componentes de construcción de una vivienda, tales como muros, pisos, plafones, techos,

etc., hechos con un sistema modular de paneles, están previstos para ser fabricados, manipulados y montados por dos hombres sin la necesidad del uso de grúas u otros mecanismos de izamiento (figura

2). Los paneles interiores y exteriores en este tipo de sistemas están usualmente contruidos teniendo en cuenta criterios de coordinación modular con dimensiones uniformes que usan un módulo como unidad de medida. El módulo típico usado en construcciones con madera es de 10 cm y se le denomina "M". Para paneles de madera es muy común el uso de elementos distanciados con un módulo equivalente a 6M o 60 cm. Los muros interiores pueden ser contruidos de la misma manera que los exteriores, es decir, con paneles prefabricados o llevando las piezas precortadas a la obra y ensamblados *in situ* (PADT-REFORT, 1984).

Este es un sistema de construcción muy atractivo debido a que es posible diseñar una gran variedad de casas, todas ellas con distribución arquitectónica distinta, utilizando los mismos paneles modulares. Desafortunadamente en nuestra región todavía no es del interés de la gente y de los constructores la vivienda de madera hecha con este sistema constructivo, a pesar de que ya existen los canales necesarios para la adquisición de este tipo de material hecho a base de madera.

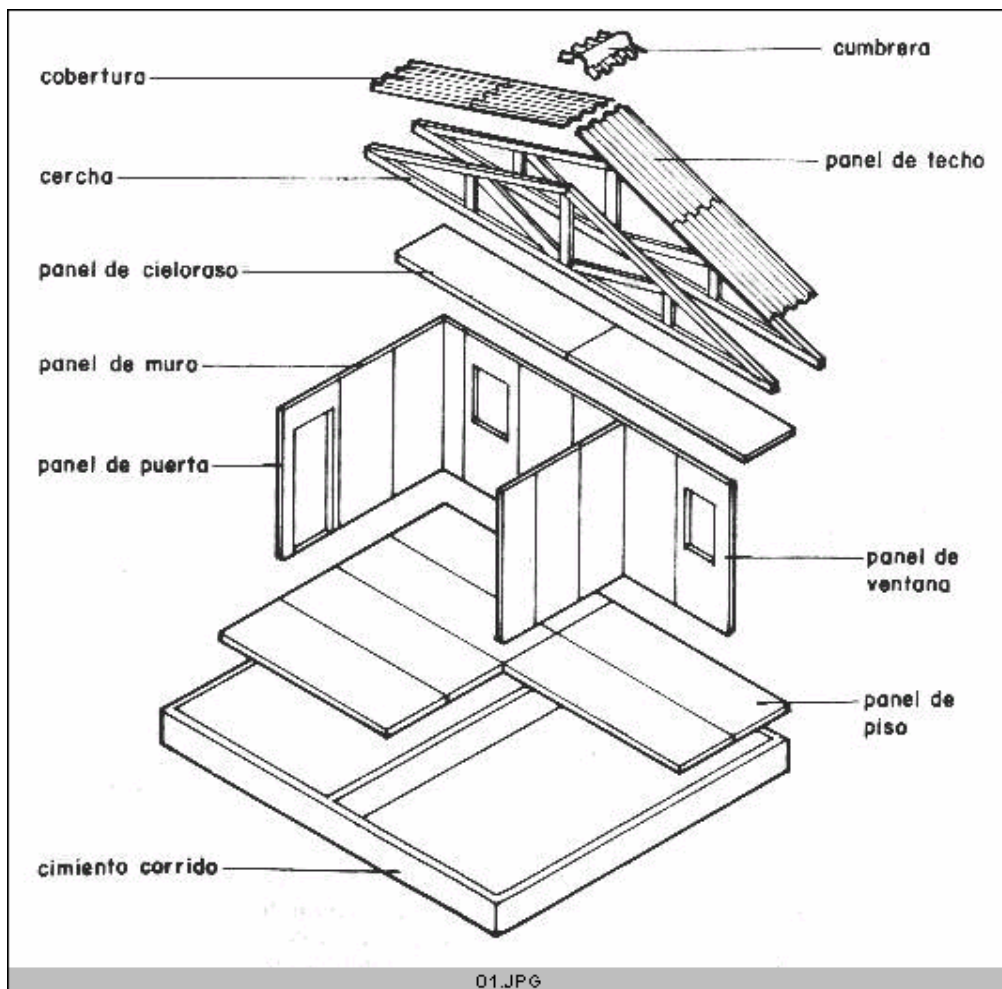


Figura 2. Sistema de prefabricación de tableros (tomado de PADT-REFORT, 1984)

TABLEROS DE PARTÍCULAS

Los tableros estructurales que se fabrican con partículas de madera son productos poco conocidos en México y se usan en aplicaciones estructurales de la madera. Estos tableros se fabrican con partículas de madera como son las hojuelas, astillas y viruta, las cuales se combinan con resinas sintéticas u otro tipo de adhesivo; la mezcla formada se coloca entre planchas (moldes) a temperaturas altas para prensarla y aumentar la densidad del producto. Las temperaturas altas en el prensado sirven para acelerar el endurecimiento (curado) de los adhesivos. Las partículas se pueden colocar de cierta manera con el fin de darle alguna orientación a las propiedades de resistencia de los tableros, tal como se hace con los contrachapados (COFAN, 1994). Luego entonces, el objetivo de la fabricación de este tipo de tableros es lograr un producto a base de pequeñas partículas unidas con un adhesivo, que tenga características físicas semejantes o superiores a las de piezas de madera maciza y tableros contrachapados aunque no de igual densidad, hechos de la misma especie. Sin embargo, los tableros con igual densidad que la madera de la que provienen sus partículas tienen una resistencia mecánica menor que la de la madera, pero cuentan con características similares en todos los otros aspectos. No sufren alabeos como la madera sólida o la contrachapada, pero generalmente son menos resistentes a la humedad.

Las primeras patentes para la fabricación de tableros de partículas se registraron a fines del siglo XIX, pero no fue sino hasta 1941 cuando en Alemania y Suiza se instalaron las primeras fábricas, que produjeron tableros para muebles. Inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial, la fabricación de este tipo de tableros se incrementó notablemente y se extendió a diversos países. El principal factor que permitió el rápido desarrollo de esta industria fue la aparición de los adhesivos termofijos como el urea-formaldehído y el fenol-formaldehído (Echenique *et al*, 1993).

Los tableros de partículas se fabrican sometiendo a presión y calor las partículas de madera previamente rociadas con una resina sintética. Las partículas que pueden usarse son residuos de otros procesos productivos como viruta de cepillos, recortes de chapa, astillas de aserraderos, así como productos preparados con maquinaria especial como filamentos, hojuelas o tiras de madera. A continuación se listan los principales tipos de partículas usadas para la fabricación de tableros (Echenique *et al*, 1993).

1. **Acepilladura ("shaving").** Partícula pequeña de madera de dimensiones variables producida cuando se cepilla madera. Su grueso es variable y con frecuencia está retorcida.
2. **Hojuela ("flake").** Partícula pequeña de madera de dimensiones predeterminadas fabricada con equipo especializado. Su grueso es uniforme y tiene la orientación de las fibras paralela a las caras.
3. **Oblea ("wafer").** Similar a las hojuelas en forma, pero más grande. Por lo regular su largo es mayor de 2.25 cm y su grueso, mayor de 0.06 cm. Los extremos pueden estar ahusados.
4. **Astilla ("chip").** Pieza astillada, de un fragmento de madera, mediante una cuchilla como las usadas para formar astillas para la producción de pulpa para papel.
5. **Aserrín ("sawdust").** Pequeñas piezas de madera producidas al aserrar la madera.
6. **Hebra ("strand").** Una acepilladura de gran longitud, pero plana con superficies paralelas.
7. **Tira ("sliver").** Piezas de sección transversal casi cuadrada con una longitud de por lo menos cuatro veces su grueso.
8. **Lana de madera ("wood wool").** Tiras delgadas y largas, con frecuencia retorcidas, que se usan también como relleno para empacar artículos frágiles. También se le conoce como "excélsior".

En los últimos años, la industria de los tableros de partículas ha venido ampliando de manera significativa el tipo de materia prima, incluyendo residuos de calidad inferior, como la corteza y el polvo producido por el lijado. También se han comenzado a mezclar especies maderables de coníferas y de latifoliadas de densidades diferentes.

Los tableros pueden tener de 3 a 5 capas con partículas de distinto grueso dispuestas de modo que las capas con las partículas de mayor grueso queden al centro y las que tienen las partículas más finas queden en las caras. De esta manera se mejora la resistencia mecánica y la apariencia de los tableros. También es posible controlar en cierta medida la orientación de las partículas en las diferentes capas, obteniendo de esta forma tableros de gran resistencia mecánica que pueden ser usados para fines estructurales. Se cuida mucho la calidad de las superficies de los tableros, cuando se usan para fabricar muebles o cuando se recubren con pintura, plástico o papel, ya que la superficie del tablero

deberá contener en su mayoría partículas pequeñas para lograr un buen acabado.

Las partículas para los tableros pueden producirse a partir de troncos enteros o de residuos. Son muchas las especies que se utilizan, pero suelen preferirse las que son de baja densidad. La partícula ideal en cuanto a resistencia mecánica y estabilidad dimensional, es una hojuela delgada de grueso uniforme con una alta relación largo a grueso. Sin embargo, este tipo de partículas es difícil de

producir. En la práctica las partículas varían en tamaño de 1.25 a 2.25 cm de largo y de 0.025 a 0.038 cm de grueso. A veces su tamaño se reduce al de unas cuantas fibras unidas entre sí (Echenique *et al.*, 1993).

La empresa estadounidense GEORGIA-PACIFIC maneja una gran variedad de productos de madera y productos a base de madera. En la tabla 1 se presenta una relación de los tableros de partículas que produce, así como sus espesores más comunes.

Tabla 1. Tableros de partículas producidos por la Georgia-Pacific.

PRODUCTO	ESPEORES MÁS COMUNES
MicroFine Ampine	1/2", 5/8", 3/4", 1", 1-3/16"
MicroFine MultiFiber	3/8", 1/2", 5/8", 3/4"
Fines Face MultiFiber	3/8", 1/2", 5/8", 3/4"
FF FiberCor MultiFiber	1/2", 5/8", 3/4", 1", 1-1/8"
CabCor MultiFiber	1/2", 5/8", 3/4"
Flake Face Novoply	5/8", 3/4", 1", 1-1/8"
MicroFine Novoply	1/2", 5/8", 3/4", 1", 1-1/8"
Novoshelf	12", 16", 22" x 4', 6', 8', 12', 16'
Novostep	1-1/8"
Novodeck	11/16", 13/16"
Novoflor	5/8"
Novowood y Novolite	1-9/16", 1-5/8", 1-11/16", 1-1/8", 1-1/2"
CabCor Novoply	1/2", 5/8", 3/4"
Underlayment	1/2", 5/8", 3/4"

Estos tableros son sometidos a pruebas para determinar sus propiedades físicas y mecánicas. Dos de las normas utilizadas son la ASTM (American Society for Testing and Materials) y la ANSI (American National Standard Institute).

En lo que se refiere a la clasificación de los tableros de partículas, ésta se ha hecho complicada debido a la diversidad del tipo de industria y al rápido desarrollo de la misma. Entre las principales formas de clasificación pueden citarse las siguientes:

- ❖ Por geometría y tamaño de las partículas.
- ❖ Por el tamaño de las partículas en las superficies y el centro.
- ❖ Por la densidad del tablero.
- ❖ Por el tipo de adhesivo.
- ❖ Por el método de fabricación.

Cada país ha formulado normas y especificaciones para estos tableros, que pueden diferir considerablemente entre sí. Existe una clasificación, que de cierta manera involucra a las formas antes citadas, y en la que se definen cuatro grupos básicos: tableros de una sola capa, de tres capas, multicapas y los de densidad graduada (Echenique *et al.*, 1993).

PRINCIPALES PASOS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS TABLEROS DE PARTÍCULAS.

Preparación de partículas. Este paso inicia con el recorte de la materia prima a usar, cualquiera que ésta sea. Así, las trozas, una vez descortezadas y recortadas se convierten en astillas y éstas, a su vez, se convierten en hojuelas. Las partículas resultantes

de la madera cepillada se deben recortar para obtener el tamaño deseado y así reducir su variación. Dado que se prefiere tener partículas con superficies lisas, entonces conviene usar máquinas que tengan cuchillas y que corten la materia prima, en vez de aquéllas que rajan o muelen las piezas.

Secado de partículas. Actualmente se usan dos tipos principales de equipo para secar las partículas: las secadoras de tambor y las de tubo, de las cuales las primeras son las más comunes. Las partículas recorren 1, 2 ó 3 veces la longitud de la secadora antes de ser descargadas. La temperatura en la zona por donde pasan puede alcanzar hasta 870 °C cuando las partículas están muy húmedas, pero para partículas más secas se usan temperaturas cercanas a los 260 °C. Aunque el contenido de humedad (CH) final del tablero es por lo regular alrededor del 10 %, las partículas se deben secar a contenidos de humedad inferiores a este valor, para tomar en cuenta el aumento en CH debido al agua proveniente del adhesivo. Así, el CH usual de las partículas al salir de la secadora está entre un 3 y 4 %. Un exceso de CH en las partículas puede causar la formación de "ampollas" en el tablero, mientras que si la humedad es insuficiente, puede ocurrir un fraguado prematuro de la resina, lo que conduce a un pegado deficiente, dando como resultado un tablero con baja resistencia mecánica y superficies de poca calidad (Echenique *et al.*, 1993).

Separación de partículas por tamaño. Una vez secas, las partículas se tamizan para remover el polvo y para separarlas por tamaño, de tal manera que las más pequeñas se pueden usar para las superficies y las más grandes para los centros de los tableros. Si el polvo no es retirado, tiende a absorber gran cantidad de resina reduciendo así la resistencia mecánica del panel.

Mezclado de partículas y adhesivo. Los principales adhesivos sintéticos que se utilizan para la fabricación de los tableros son urea-formaldehído y fenol-formaldehído, que son solubles en agua. Ambos han sido mejorados con base en investigaciones recientes de tal modo que ahora resultan ser menos contaminantes del aire e incluso se ha logrado reducir sus tiempos de fraguado. Los tableros de partículas tienen una mayor resistencia mecánica mientras mayor sea la cantidad de resina que se utilice en su fabricación, sin embargo, por razones económicas no conviene utilizar resina en mayor cantidad que la estrictamente necesaria para la obtención de tableros con las propiedades que se requieren; generalmente, el consumo de adhesivos se encuentra entre 2.5 y 10 % del peso del tablero y

aún así, la cantidad que se utiliza en los tableros de partículas casi siempre es mayor que la que se emplea en los tableros de madera contrachapada.

Formación del colchón. Antes del proceso de prensado de los tableros, las capas de partículas de madera cubiertas con gotas de pegamento se van colocando una sobre otra, de modo tal que se distribuyen en forma de colchón sobre una banda sin fin, con un grosor lo más uniforme posible. En años recientes se han desarrollado máquinas formadoras de colchones en las que las partículas son transportadas por medio de aire, el cual es impulsado por ventiladores, logrando que el colchón de partículas tenga la uniformidad en grosor que se requiere. Estas máquinas tienen la particularidad de orientar perpendicularmente las partículas de las capas de las superficies respecto de las partículas colocadas en la capa central, formando así los tableros de tres capas cuyo uso es cada vez más aceptado.

Preprensado y prensado. En las plantas modernas de fabricación de tableros, el colchón de partículas se somete a un proceso de preprensado para evitar el uso de platinas o bandas sin fin para alimentar las prensas y, de esta manera, al haber tenido una consolidación previa, los tableros son fácilmente manejables sin que sufran rupturas durante las etapas finales del proceso de fabricación. Existen equipos de placas para el preprensado que requieren mantener estacionario el colchón mientras se coloca posteriormente en la máquina de prensado final, siendo en esta última donde se consolida el tablero por medio de presión y calor proporcionado mediante vapor, agua caliente o aceite. Las prensas de consolidación final se clasifican en continuas y discontinuas; las primeras se utilizan para la fabricación de tableros delgados, aproximadamente de 3 mm de grosor. El tiempo de prensado varía entre 5 y 8 minutos para tableros de 12 mm de grosor, y de alrededor de 15 minutos para tableros de 19 mm; estos tiempos resultan ser suficientes para que el calor penetre hasta el centro del tablero permitiendo que fragüe el adhesivo. Cabe señalar que la prensa es el equipo más costoso de entre todos los que se utilizan en el proceso de fabricación de los tableros de partículas, y es por ello que regularmente se mantienen en operación ininterrumpidamente, y sólo se detienen para los períodos establecidos de mantenimiento.

Reacondicionamiento e igualamiento. Una vez que concluye el proceso de prensado, los tableros deben ser retirados inmediatamente, ya que al abrir la prensa las superficies de los tableros pierden

humedad rápidamente debido a que las platinas permanecen calientes; esta pérdida de humedad puede propiciar el desarrollo de esfuerzos en los tableros, de modo que el proceso de acabado resulte más complicado e ineficiente. Los tableros, al ser retirados de la prensa, son almacenados unos sobre otros durante varios días para que se enfrien y se adapten a las condiciones ambientales que los rodean. Esta es una etapa importante en el proceso de fabricación de los tableros ya que al enfriarse gradualmente, su contenido de humedad se distribuye uniformemente en todo su interior, lo cual permite la máxima eficiencia de los adhesivos, al mismo tiempo que se evita que éstos se degraden por exposición prolongada a altas temperaturas.

Acabado. Cuando los tableros se han enfriado y su humedad interior es uniforme y está en equilibrio con los valores de humedad ambientales de la planta de fabricación, se recortan con sierras para obtener las dimensiones que se desean y se liján las caras para lograr el grosor final; para este proceso se utilizan generalmente lijadoras de banda ancha que son más eficientes. En algunas fábricas la operación de acabado incluye la aplicación de pinturas, barnices, chapas de madera, hojas de papel impregnadas con resina fenólica, así como películas de plástico o de vinilo. El proceso global de fabricación de tableros de partículas, se puede observar en la figura 3.

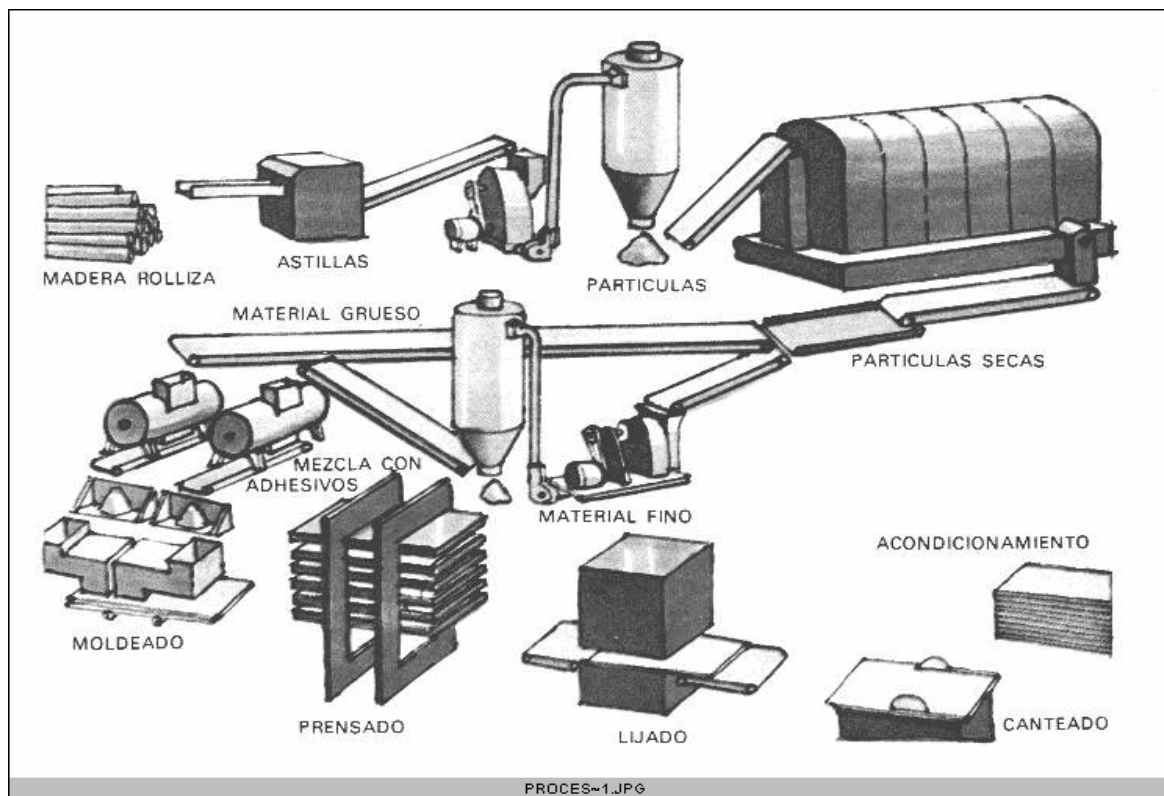


Figura 3. Esquema general del proceso de fabricación de los tableros de partículas (tomado de PADT-REFORT, 1980)

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- ASTM. (1986b). "Standard Methods of Evaluating the Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials". Designation D 1037 - 72a, Section 4, Volume 04.09, American Society for Testing and Materials. Philadelphia, Pennsylvania.
- COFAN. (1994). "Manual de Construcción de Estructuras Ligeras de Madera". Comisión Forestal de América del Norte - Consejo Nacional de la Madera en la Construcción, A. C. México, D. F.

- PADT - REFORT. (1980). "Cartilla de Construcción con Madera". Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Area de los Recursos Forestales Tropicales, Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima, Perú.
- PADT - REFORT. (1984). "Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino". Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Area de los Recursos Forestales Tropicales, Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima, Perú.
- Echenique - Manrique R., Robles F. F. (1993). "Ciencia y Tecnología de la Madera II". Universidad Veracruzana (Textos Universitarios). Xalapa, Veracruz.