



Ing. Forestal Marcelo OTAÑO
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Nacional de La Plata

TABLEROS COMPENSADOS Y ENCHAPADOS

1. Definiciones

1.1. Chapas y láminas de madera

Si bien en alguna bibliografía se pueden encontrar los términos chapas y láminas de madera como sinónimos, está aceptada su diferenciación como dos productos distintos, que a su vez sirven de materia prima para la fabricación de tableros compensados y enchapados.

Se define a la **chapa** de madera como aquella que se obtiene por corte plano o "faqueado", es de menor espesor, 1 mm o menos, se obtiene a partir de maderas muy valiosas como cedros, guatambú, haya y robles por citar algunos ejemplos, lográndose diseños muy atractivos. Constituye la materia prima para "enchapar" o darle terminación a la madera maciza o productos de madera de menor valor, es decir enchapar madera de álamo, sauce, pinos o eucaliptos entre nuestras maderas. Entre los productos de madera que se pueden "enchapar" encontramos a los tableros compensados, de partículas y tableros de listones de madera, conocido en el mercado nacional como "tablero de carpintero" y en Brasil como "sarrafeados".

Se considera **lámina** de madera al producto que surge de desenrollar la troza por medio de un corte rotativo paralelo al eje de aquella. De este corte tangencial se obtiene una lámina continua que puede cortarse a medidas adecuadas a su empleo. Este producto se caracteriza por ser el espesor muy inferior con respecto a las medidas de largo y ancho. El espesor de las láminas es variable entre 0,25 y 6 milímetros, siendo los más comunes entre 0,8 y 3,2 milímetros.

La norma IRAM 9502 define lámina como: "hoja de madera destinada a compensado, cuyo espesor es mayor a 1 mm y hasta 6 mm". Así se suele diferenciarlo del término chapa, que se reserva para espesores menores de 1 mm y obtenida por corte plano.

Se denomina lámina de alta calidad a aquella que se produce a partir de madera libre de nudos, y sin ataque de taladros, lo que da como resultado una lámina continua, sin agujeros, y de medidas tales que permitan el mayor aprovechamiento de las mismas. Estas láminas de calidad superior tienen como destino el enchapado de madera maciza, tableros aglomerados, tableros de listones. También pueden emplearse en la cara de tableros compensados, puesto que láminas de calidades inferiores pasarán a formar parte del alma o centro y de la contracara de los mencionados tableros.

En la producción de láminas de calidad tiene importancia la maquinaria utilizada en el proceso productivo y, en especial, la calidad de la materia prima que se emplea para su fabricación; de ella depende el rendimiento de la troza debobinada.

1.2. Tablero Compensado

El tablero compensado se fabrica a partir de láminas solamente o de láminas y chapas de madera en su terminación.

Está formado por tres partes:

1. La cara. Parte del tablero que va a estar a la vista en cualquier uso que se haga del mismo, está constituida generalmente por láminas o chapas de madera enteras o pueden estar encoladas por los cantos, en el caso de ser pedazos de láminas o chapas; de acuerdo a la calidad del tablero se admiten o no determinados defectos como nudos y manchas entre los más importantes, en los tableros de primera calidad no se permiten nudos ni manchas, en los tableros de menor calidad se pueden admitir algunas manchas, principalmente si van a ser pintados en su uso final, y también se admite la presencia de nudos fijos hasta cierto tamaño. La cara puede estar formada por una chapa o lámina, dos láminas o una chapa en su parte más exterior y una lámina en su parte interior.

2. El centro o alma. Constituye la parte central del tablero, formado generalmente por láminas de madera, pueden ser de especies de menor valor que la cara, de acuerdo a la calidad del tablero, en tableros de primera calidad es recomendable el uso de la misma especie debido a que cada madera trabaja, es decir se hincha o contrae de forma distinta, al tener distintas densidades tienen distinta porosidad y esto junto a la presencia y calidad de sustancias extractivas pueden afectar de distinta manera a la unión encolada entre ella. Aún empleando la misma especie siempre se forma el alma del tablero con recortes que se rearmen uniéndolos por sus cantos hasta formar una lámina de la misma superficie del tablero. El alma puede estar formada por una sola capa, como es el caso de los tableros terciados, o por un número impar de capas mayor que uno. Cada capa puede estar formada por una o dos láminas de madera. Dentro de cada capa las láminas van unidas con las fibras en el mismo sentido. Una capa se diferencia de la adyacente, ya sea otra capa del alma, la cara y/o la contracara, porque las fibras de las láminas que la forman son perpendiculares, cuyo objetivo es "compensar" los esfuerzos y obtener un tablero más estable. El panel resultante presenta propiedades análogas de contracción y resistencia en dos sentidos perpendiculares entre sí, con lo que se eliminan virtualmente los grandes cambios dimensionales y los bajos valores de resistencia que se dan a través de la fibra de la madera.

3. La contracara. Parte del tablero que generalmente no va a estar a la vista dependiendo esto del uso que se haga del mismo. Está constituida generalmente por recortes de láminas o chapas de madera y se pueden admitir algunos defectos como manchas, si van a ser pintados en su uso final, y también se admite la presencia de nudos fijos hasta cierto tamaño. La contracara puede estar formada por una chapa o lámina, dos láminas o una chapa en su parte más exterior y una lámina en su parte interior.

2. Consideraciones generales

2.1. Especies madereras

Existe una gran variedad de especies que pueden proporcionar madera dotada de las características deseadas de densidad, veteado, color, facilidad de desenrollado y rebanado, encolabilidad, etc. Sin embargo, las estadísticas revelan que sólo un limitado número de especies han tenido aceptación en el actual mercado mundial. Esta situación se explica por una serie de razones, entre las cuales no son las menos importantes los requisitos de tamaño y calidad que han de cumplir las trozas para madera contrachapada y su disponibilidad constante en cantidades suficientes. Con frecuencia, pueden resolverse los problemas técnicos que plantean las especies poco utilizadas, pero las consideraciones económicas son las que por lo común se imponen.

2.2. Condiciones según uso

Las condiciones que han de reunir las materias primas para la fabricación de tableros compensados también presentan considerables variaciones según el tipo y calidad de éstos. Por lo que respecta a los usos finales, los tableros compensados, pueden dividirse en dos grupos:

Grupo 1. Destinados a muebles y otras aplicaciones en que el aspecto reviste gran importancia
Grupo 2. Empleados en la construcción de envases y material de tipo utilitario.

Destacándose en el grupo 1 el valor decorativo de la chapa de superficie como la característica más importante; en cambio, para el grupo 2 los factores determinantes de la selección de la especie de la madera los constituyen las propiedades físicas y mecánicas de las especies, como densidad y la resistencia.

Por lo general, los requisitos que deben reunir las materias primas son menos rigurosos en la fabricación de contrachapados de varias capas, ya que se necesitan mayores cantidades de chapa para alma que en el caso de la madera terciada. Para chapas obtenidas por rebanado destinadas a usos decorativos se imponen condiciones todavía más estrictas, entre las que se cuentan el veteado y el color, por lo que es preciso proceder a una selección muy cuidadosa de los troncos, las trozas de tocón, las horquillas y la madera nudosa.

En muchos países productores de tableros contrachapados, sobre todo Japón y varios países europeos, las importaciones de troza de frondosas, principalmente de origen tropical, constituyen la fuente más importante de materia prima. Así, una gran parte del comercio internacional de trozas de frondosas se destina a la conversión en chapas o tableros contrachapados.

3. Identificación del tablero

Para definir claramente un tablero compensado con alma de chapa o lámina, es necesario indicar lo siguiente:

1. La especie de la madera empleada, o bien, cuando se haga de un sistema de agrupación, el grupo de maderas al que pertenezca. En algunos casos, ello puede obligar a dar detalles sobre el tratamiento con sustancias preservadoras.
2. La calidad de las chapas o lámina empleadas, normalmente se especifica sólo la calidad de las caras y contracaras; sin embargo para algunos usos, como los estructurales y las construcciones navales y aeronáuticas, deberán especificarse la calidad de todas las chapas o láminas, incluidas las que forman parte del alma.
3. La aglutinación o tipo de adhesivo empleado.

4. Clasificación de los tableros compensados

4.1. Según el uso

- Industrial o para construcción: tienen mayor importancia las características de resistencia y rigidez que la apariencia.
- Decoración: tiene mayor importancia la apariencia.

4.2. Según el adhesivo

- Exterior: el adhesivo que se utiliza es el fenol formaldehído (FF), de acción hidrófuga. Los paneles son a prueba de agua por lo que permiten ser usados en interiores con alto contenido de humedad como bajo mesadas y baños, como también para uso exterior o en contacto con materiales con alta humedad (para encofrados) o directamente en contacto con el agua (en embarcaciones).
- Interior: El adhesivo empleado es la urea formaldehído (UF), es resistente a la humedad ambiente pero no al agua. Su uso está restringido a interiores donde no exista la posibilidad de contacto con el agua, aún con agua de condensación del medio ambiente.

5. Materias primas leñosas

5.1. Introducción

La producción de chapas y madera contrachapada viene exigiendo tradicionalmente la utilización de materias primas derivadas de la madera de alta calidad y costo elevado. Fundamentalmente se siguen dos conjuntos de criterios para establecer el valor de una determinada especie de madera para tal fin.

El primer conjunto de criterios afecta a la madera en forma de trozas. En general, se refieren al tamaño, la calidad y clases de las trozas, a los requisitos en punto a transporte y manipulación de estas y a su protección y medidas de cuarentena que es probable que se impongan.

Para la producción de chapas de corte rotatorio o desenrollo son muy solicitadas las trozas de diámetro superior al normal, de forma cilíndrica y con un mínimo de defectos. Tratándose de chapas rebanadas, las condiciones que han de reunir las trozas son más específicas, haciéndose mayor hincapié en el valor decorativo del producto final. Las trozas mal formadas, los tocones, las horquilla y la madera muy nudosa proporcionan maderas de mucho dibujo y muy vistosas que se presentan especialmente para fines decorativos, chapas para caras destinadas a paneles para muebles, y representan una materia prima relativamente costosa.

El segundo conjunto de criterios afecta a las características físicas de la madera que establecen la idoneidad técnica de una determinada especie para la fabricación de chapas o madera contrachapada, y que pueden resumirse del modo siguiente:

- 1) Características de desenrollo o rebanado (densidad, deformaciones de la fibra, madera de reacción, nudos, inclusiones minerales, etc.).
- 2) Características relativas al aspecto o a la utilización (color, veteado, textura, brillo, olor, etc.).
- 3) Características de encolado y acabado (densidad, fibra, encolabilidad, manchabilidad, pintabilidad, etc.).

La materia prima para la producción de láminas la constituye el rollizo proveniente del árbol apeado y desramado. La característica del mismo condiciona la calidad del producto a obtener, por ello se deberá ser exigente en la elección y manipulación de la materia dentro de una misma especie. Teniendo en cuenta para su selección los parámetros que se describen a continuación.

5.2. Tamaño, forma y calidad de las trozas

Los tamaños y calidades de las trozas para la fabricación de tableros contrachapados pueden presentar grandes diferencias de un país a otro, según que las trozas se destinen a la fabricación local o a la exportación.

El diámetro mínimo que las trozas para tableros contrachapados han de presentar, suele exceder de los admisibles para la madera aserrada. Sin embargo, mucho depende de los límites naturales de crecimiento de las especies de madera de que se trate. El diámetro mínimo para la mayoría de las especies tropicales suele ser de 45 cm. Los mayores tornos para fabricar chapa pueden pelar trozas de más de 2 m de diámetro y, en general, los factores que determinan los diámetros máximos aceptados por un aserradero suelen ser ajenos al equipo de producción de chapas. Debe reconocerse que el equipo necesario para trabajar trozas de tamaño grande y medio y el destinado a elaborar troncos pequeños difieren considerablemente.

La calidad de los troncos que resulten aceptables variará con arreglo a su costo en la fábrica de tableros contrachapados. Si resulta alto a causa de los gastos combinados del valor de la madera en pie, del apeo y del transporte, sólo podrán aceptarse por lo general calidades selectas, toda vez

que en tal caso resulta muy importante el porcentaje de madera contrachapada que se obtiene de la troza. Esto se aplica sobre todo a las trozas importadas de ultramar, ya que el flete oceánico puede hacer aumentar el costo entre el 50 y 100 por ciento. Si las trozas no son caras, las exigencias de calidad podrán suavizarse, toda vez que el precio puede compensar las pérdidas causadas por el redondeo y recortado de chapas, etc. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que el empleo de calidades inferiores supone aumento de mano de obra, lo que con frecuencia lleva consigo disminución de la calidad del producto acabado. A este respecto interesa hacer notar que los requisitos de calidad de las trozas destinadas a la fabricación de tableros contrachapados para la construcción y envases son relativamente bajos.

Al aumentar el diámetro junto a la longitud del rollizo, tendremos un aumento en la productividad y rendimiento del mismo. Este ocurre especialmente al procesar rollizos de baja conicidad, cuya forma se acerca más a la cilíndrica. Los rollizos con curvaturas deben tronzarse en longitudes menores para bajar las mismas, disminuyendo la productividad y el rendimiento; o en caso de curvaturas muy pronunciadas, deberán ser descartados para este tipo de producción.

5.3. Presencia de anomalías

En la producción de láminas de alta calidad, no se permitirá la presencia en el rollizo de las siguientes anomalías que se enumeran.

5.3.1. Nudos

La ausencia de nudos es una condición que es indispensable cumplir en rollizos cuyo destino es el debobinado para la producción de laminas de calidad. La resistencia a esfuerzos y la apariencia limitan su presencia en láminas destinadas a enchapados de madera maciza, tableros y la cara de los tableros compensados.

Se deberá exigir al vendedor los certificados de podas correspondientes a la plantación que se va a procesar, puesto que externamente pueden no presentarlos, y si se realizaron en forma tardía seguramente los encontraremos internamente a algunos centímetros de la corteza. Sólo se permitirá la presencia de nudos en los 10 cm interiores del rollizo, ya que al final del proceso de debobinado formarán parte del "rollete" que no logrará desenrollar la máquina.

5.3.2. Taladros

No se podrán emplear como materia prima aquellos rollizos que han sufrido el ataque de taladros o barrenadores ya sea durante la vida del árbol o en las etapas posteriores al apeo. El ataque de estos insectos se manifiesta como galerías internas en la madera que al ser debobinada producen láminas con agujeros circulares y ovoides, interrumpiendo la continuidad de las fibras de las láminas.

5.3.3. Médula excéntrica

Por cuestiones de trabajabilidad es necesario que la madera presente una textura homogénea y un grano derecho o ligeramente oblicuo. Puede ocurrir que por presiones de la competencia de otros árboles o por la presencia de vientos fuertes predominantes de una dirección, se formen rollizos con médula excéntrica que al ser debobinados formarán láminas con grano oblicuo, el cual se manifestará por la presencia de rugosidades en la superficie y desuniformidad en los espesores.

5.3.4. Grietas, rajaduras y acebolladuras

Son separaciones longitudinales de las fibras o elementos constitutivos de la madera, la diferencia entre ellas es que las rajaduras atraviesan de un lado a otro a la pieza, en tanto que las

grietas son separaciones que no alcanzan a atravesar totalmente a la pieza. Las acebolladuras son separaciones longitudinales de los anillos de crecimiento consecutivos. Hacen necesaria la eliminación de la parte de rollizo afectada, antes de su ingreso a la debobinadora.

5.3.5. Manchas

Pueden deberse a agentes biológicos o a cambios más o menos bruscos y extensos de coloración de la madera por diferencias entre la albura y el duramen o por oxidación de ciertos agentes químicos. Limitan el empleo de las láminas afectadas sobre todo en las caras de tableros o enchapados.

5.3.6. Madera de tracción

Es un defecto que se presenta en latifoliadas. La parte afectada es la zona externa (traccionada) de árboles inclinados y la zona superior de la inserción de una rama gruesa. La madera de tracción presenta gran acumulación de gomas y pared celular espesa. En el interior de la pared celular se forma una acumulación gelatinosa en forma de capa no adherida a la pared celular, donde predomina la celulosa. Los espaciamientos de las plantaciones demasiado reducidos provocan la curvatura de los fustes que buscan mayor luminosidad hacia los caminos o espacios linderos no forestados o con forestaciones más jóvenes. Con la formación de madera de tracción se producen inconvenientes en el debobinado, provocando sacudidas debido al frenado de la cuchilla al pasar sobre la madera anormal. Además las láminas presentan ondulaciones y a veces desgarramientos a lo largo de las fibras.

5.3.7. Madera de compresión

Es un defecto que se presenta en coníferas. La parte afectada es la zona interna (contraída) de árboles inclinados y la zona inferior de la inserción de una rama gruesa. La madera de compresión presenta gran acumulación de lignina. Los terrenos inclinados provocan la curvatura de los fustes que buscan mantener su geotropismo negativo. Con la formación de madera de compresión se producen inconvenientes en el debobinado, provocando sacudidas debido al frenado de la cuchilla al pasar sobre la madera anormal. Además las láminas presentan ondulaciones y coloración más oscura a lo largo de las fibras.

5.4. Protección y manipulación

Las trozas almacenadas necesitan protección contra incendios y contra el ataque de insectos y hongos, así también contra el deterioro debido a un secado irregular y brusco. Las características de la especie y las condiciones locales determinarán almacenar las trozas con corteza, y en ciertas épocas del año deberá preverse el rociado de las mismas. Las ventajas del rociado incluyen la protección contra incendios y la reducción de la incidencia de daños producidos por insectos y hongos. Reduce también el agrietamiento de las cabezas y las rajaduras longitudinales de las trozas. Además se obtiene un contenido de humedad más uniforme, lo que mejora las propiedades para el debobinado en el caso de no realizar previamente el calentamiento por inmersión o el vaporizado de las trozas.

5.5. Influencia de las características físico mecánicas

5.5.1. Corte

Naturalmente, antes de que una determinada especie pueda aceptarse para la producción de chapas, es esencial comprobar que se presta bien para el desenrollado y el rebanado. Afortunadamente, la mayoría de las maderas pueden desenrollarse satisfactoriamente y la calidad de la chapa y el porcentaje de recuperación se reducen en su mayor parte a determinar las convenientes condiciones de fabricación compatibles con las características de la materia prima. La gama de maderas susceptibles de un desenrollado satisfactorio es, pues, muy amplia, comprendiendo gran variedad de densidad, que van de las maderas muy ligeras a las especies más pesadas que el agua una vez secadas al aire.

Algunas maderas de anillos de crecimiento pronunciado plantean dificultades debido al hecho de que la cuchilla pasa de madera dura (tardía o de verano) a madera blanda (temprana o de primavera), lo que da lugar a un contraste grande; otras contienen cuerpos inorgánicos o bien nudos duros que dañan las cuchillas. La madera de densidad muy baja puede resultar difícil de desenrollar salvo cuando el contenido de humedad es alto, de modo que sus células están llenas de agua, lo cual presta apoyo mecánico a las paredes de las células durante el cortado. Las maderas astillosas suelen dar chapa basta.

La aceptabilidad de la chapa dependerá de la finalidad a que se destine. Así, por ejemplo, las condiciones que han de reunir las clases destinadas a usos estructurales son mucho menos rigurosas por lo que respecta a un pelado liso y satisfactorio que las reservadas para fines decorativos. Aunque la chapa parezca satisfactoria al salir del torno, ello no significa necesariamente que resultará satisfactoria en la práctica. Quizá la madera sea de naturaleza astillosa y se agriete con facilidad durante la manipulación, con el gran costo consiguiente del trabajo de recorte y empalme. Esta tendencia aumentará cuando la chapa sea de corte suelto.

5.5.2. Secado

La fibra desviada o revirada puede plantear problemas en el secado de las chapas al provocar pandeo o agrietamiento si la presión es excesiva durante el secado. Aunque hayan sido secadas satisfactoriamente, las hojas delgadas para tableros contrachapados hechas con este material de fibra retorcida no son de construcción realmente equilibrada y pueden alabearse. Algunas maderas son propensas a rajarse durante el secado, sobre todo en los bordes de las testas de la chapa. Otras presentan la contracción y distorsión anormales debidas a colapso y, si bien pueden eliminarse, suponen gastos adicionales y precauciones especiales durante el secado.

5.5.3. Encolado y acabado

Para la producción satisfactoria de tableros contrachapados es esencial que entre las capas se produzca una encoladura fuerte. No todas las maderas se comportan del mismo modo a este respecto. Es difícil obtener una unión fuerte en alguna de las maderas más pesadas, y en ellas es donde más se necesita, toda vez que la mayor rigidez de la madera de densidad superior causa una sollicitación más fuerte sobre la unión, con tendencia a la contracción y al hinchamiento del tablero a consecuencia de los cambios registrados en las condiciones atmosféricas. Cuando es forzoso encolar con la superficie del tablero, como ocurre tratándose de revestimiento de plástico o de otros tipos, la chapa para caras debe presentar buenas propiedades de encoladura.

6. Diagramas de flujo (Lay out)

6.1. Producción de láminas

1. Playa de trozas. En cuanto a la manipulación de trozas dentro de la playa se aconseja realizarla con cargadores frontales desde el camión que las transporta del monte. No es conveniente el uso de camiones volcadores porque se pueden producir rajaduras y embarrarse las cabezas de las

trozas. Las partes agrietadas, rajadas y sucias deberán ser eliminadas con la consecuente pérdida de material para el procesamiento.

2. Tronzado. Al recibir las trozas con una longitud de 2,2 metros se reduce el costo de tronzado. Cuando el largo de las trozas requeridas en el proceso de debobinado no sea el adecuado, deberán realizarse despuntes con motosierra o sierras circulares.
3. Calentamiento de trozas. Se puede realizar por inmersión de las trozas en agua caliente o por vaporizado de las mismas. En ambos casos el objetivo es el de provocar una mayor plasticidad de la madera lo que determina una mayor calidad en el producto terminado. Este paso generalmente no se realiza cuando se trabaja con maderas de densidad baja como las salicáceas. Cuando se trabaja con especies de densidad media o alta es necesario realizar el calentamiento. En la inmersión el tiempo de calentamiento depende de varios factores como la densidad, el diámetro y la temperatura a la que llega la troza a la playa, en nuestro país y para maderas nativas se emplean alrededor de 12 horas. En el vaporizado el tiempo que demanda el proceso es el doble que en la inmersión por lo tanto debe tenerse en cuenta para realizar un proceso continuo de abastecimiento de trozas calientes a la debobinadora.
4. Descortezado. Al someter las trozas al calentamiento, parte de la corteza se desprende y el resto permanece débilmente adherida siendo ésta retirada en forma manual. El grado de adhesión de la corteza está influenciado por cuatro factores:
 - Según época de corta, con adhesión creciente desde primavera a invierno.
 - Temperatura, menor adhesión a mayor temperatura.
 - Grado de sequedad de la madera, a menor contenido de humedad, mayor adhesión o esfuerzo de desprendimiento.
 - Influencia por la acción de ataque de bacterias las cuales prefieren la zona límite entre la corteza y la albura, degradando la sustancia leñosa y perdiendo, por lo tanto su resistencia.En especies que no se calientan, como las salicáceas, es necesario el descortezado, que generalmente se realiza con equipos de anillo mecánico, también usado en la industria del aserrado. En el mismo equipo se incluye la clasificación diamétrica de las trozas, para ser más efectivo el proceso posterior.
5. Debobinado. Las trozas calentadas son cortadas en forma rotativa, obteniéndose una lámina continua de madera. En esta etapa además de definir el espesor de la chapa, con la distancia entre la cuchilla y la barra de presión del torno, se define el ancho de la lámina dada por la separación entre dos lanzetas, que tienen por finalidad dar el ancho a la chapa y eliminar los bordes desparejos.
6. Enrollado de láminas. Esta etapa tiene el objetivo de independizar la operación de la debobinadora con respecto al secado de la lámina, facilitar la manipulación y minimizar la rotura de láminas durante el mismo. En algunos equipos la lámina continua directamente pasa a la guillotina, pero cuando se detiene ésta obliga a la detención del torno.
7. Guillotinado y apilado. En esta etapa se corta la lámina continua de manera de darle a la misma una longitud acorde con su uso final y se apila sobre pallets, para ser transportada por cargadores frontales hacia el secadero.
8. Secado de láminas. En esta etapa, mediante el aporte de aire a una temperatura y humedad adecuadas, se obtiene un producto con el contenido de humedad adecuado para su uso final. Es un secado continuo donde las láminas ingresan a un sector con alta humedad relativa y baja temperatura y a medida que avanza el proceso las condiciones del aire se van invirtiendo finalizando a alta temperatura y condiciones de baja humedad relativa. Las láminas son secadas hasta el 3 o 4 % de su contenido de humedad, es decir que se le extrae gran cantidad de agua porque el rollizo se debobina con alto contenido de humedad para producir una lámina de mayor calidad. Es conveniente el estacionamiento por un tiempo variable entre 6 y 8 horas para que las láminas se estabilicen con el ambiente después de retirarlas de la secadora.

9. Corte y rearmado. El secado produce un porcentaje de láminas rotas, que son recortadas y vueltas a armar con un encolado o cosido para unir las por los cantos. Sin este paso el rendimiento de la madera bajaría considerablemente por la gran cantidad de madera que se descartaría.
10. Clasificado. El producto estabilizado es clasificado visualmente seleccionando las láminas de distintas calidades que van a formar parte de la cara, contracara y alma en orden decreciente de calidad.
11. Empaquetado. Se apilan las láminas de igual calidad, conformando paquetes termo sellados, para evitar su rehidratación en contacto con el medio.

6.2. Producción de chapas

1. Playa de trozas y trozos de madera. En cuanto a la manipulación de trozas dentro de la playa se aconseja realizarla con cargadores al igual que los trozos de madera de grandes diámetros o tocones con raíces.
2. Tronzado. Al recibir la madera con una longitud determinada ajustada al ancho de trabajo de la faqueadora se reduce el costo de tronzado, de lo contrario se utilizan motosierra o sierras circulares.
3. Calentamiento de trozas. Siempre se realiza porque al obtener un producto de menor espesor es necesario su calentamiento para plastificar la madera antes de ser atacada por la cuchilla de la faqueadora.
4. Descortezado. Al someter las trozas al calentamiento, parte de la corteza se desprende y el resto permanece débilmente adherida siendo ésta retirada en forma manual.
5. Faqueado. La madera calentada es colocada y ajustada en la faqueadora porque a diferencia de la obtención de las láminas, aquí la madera queda fija y se mueve la cuchilla en forma horizontal o vertical según el modelo de la máquina. Es cortada en forma plana y discontinua, obteniéndose una chapa de una determinada superficie.
6. Apilado. En esta etapa se apilan las chapas cortadas sobre pallets para ser transportados mediante cargadores frontales hacia los secaderos.
7. Secado de chapas. En esta etapa, mediante el aporte de aire a una temperatura y humedad adecuadas, se obtiene un producto con el contenido de humedad adecuado para su uso final. Las chapas son secadas hasta el 3 o 4 % de su contenido de humedad en secaderos continuos iguales que los descriptos para láminas.
8. Corte y rearmado. El secado produce un porcentaje de chapas rotas, que son recortadas y vueltas a armar con un encolado o cosido para unir las por los cantos. Sin este paso el rendimiento de la madera bajaría considerablemente por la gran cantidad de madera que se descartaría.
9. Clasificado. El producto estabilizado es clasificado visualmente seleccionando las chapas en calidades distintas cuyo destino serán diferentes calidades de tableros.
10. Empaquetado. Se apilan las chapas de igual calidad, conformando paquetes termo sellados, para evitar su rehidratación en contacto con el medio.

6.3. Producción de tableros compensados

1. Encolado de láminas y/o chapas. En primer lugar se encolan las láminas que forman una capa, en el caso de capas de dos láminas. En el caso más sencillo que es el terciado se encolan las dos caras de la capa del alma mediante rodillos semi sumergidos en el encolante.
2. Armado del tablero. Se colocan las capas encoladas con las fibras perpendiculares una con respecto a la capa adyacente.
3. Preprensado. Esta etapa puede o no estar, su función es la de presentar las capas y comenzar a distribuir el encolante sobre la superficie de las caras.
4. Prensado. Las capas encoladas se presan generalmente en una prensa discontinua de uno o varios platos. Se emplean temperaturas entre 90 y 140 °C dependiendo esto de la cola empleada; la temperatura es suministrada a la prensa mediante aceite, agua caliente o vapor de agua. La

presión es aplicada mediante pistones distribuidos sobre los platos (superior e inferior) de manera tal de presionar de igual manera en todos los puntos del tablero.

5. Dimensionado. Después de la prensa es necesario darle el ancho y largo definitivo al tablero, sobre todo para eliminar los bordes irregulares y darle buena terminación. Esto se realiza mediante sierras circulares dobles que actúan en forma simultánea mientras el tablero avanza mediante rodillos con tensores que lo mantienen fijo mientras se corta.
6. Lijado. Las superficies del tablero, sobre todo la cara, necesitan ser terminadas mediante lijadoras de banda. Así el tablero está listo para ser usado con madera vista, pintados, para ser revestido con chapas de madera o papeles enbebidos en resinas sintéticas.

6.4. Producción de tableros enchapados

1. Encolado de láminas y/o chapas. En primer lugar se encolan las láminas o lámina y chapa que van a formar la cara y la contracara. Generalmente se encolan las dos caras de las láminas interiores de la cara y la contracara
2. Armado del tablero. Se colocan las láminas y/o chapas encoladas con las fibras perpendiculares una con respecto a la otra y de manera que las fibras de la lámina interior de la cara y contracara quede perpendicular a las fibras de la madera maciza, o de los listones de madera a enchapar.
3. Preprensado. Esta etapa puede o no estar; su función es la de presentar las dos partes de la cara (láminas o lámina interna y chapa externa), las dos partes de la contracara (láminas o lámina interna y chapa externa) y el producto a enchapar para comenzar a distribuir el encolante sobre la superficie de las caras.
4. Prensado. Las capas encoladas se presan generalmente en una prensa discontinua de uno o varios platos. Se emplean temperaturas entre 90 y 140 °C dependiendo esto de la cola empleada, la temperatura es suministrada a la prensa mediante aceite, agua caliente o vapor de agua. La presión es aplicada mediante pistones distribuidos sobre los platos (superior e inferior) de manera tal de presionar de igual manera en todos los puntos del tablero.
5. Dimensionado. Después de la prensa es necesario darle el ancho y largo definitivo al tablero, sobre todo para eliminar los bordes irregulares de las láminas y/o chapas de madera y darle buena terminación. Esto se realiza mediante sierras circulares dobles que actúan en forma simultánea mientras el tablero avanza mediante rodillos con tensores que lo mantienen fijo mientras se corta.
6. Lijado. Las superficies del tablero, sobre todo la cara, necesitan ser terminadas mediante lijadoras de banda. Así el tablero está listo para ser usado.

7. Maquinarias y equipos

8. Ensayos en tableros

La norma IRAM 9562 se refiere a los métodos de ensayo de compensados de madera a saber: mediciones y firmeza de encolamiento. Este último ensayo permite distinguir los dos tipos de compensados, que se designan Tipo I y E, corresponden a los destinados en la práctica respectivamente, para uso interior y exterior.

El primero, comprende a las hojas encoladas con adhesivos capaces de mantener unidas las láminas constitutivas sólo en las condiciones existentes dentro de los edificios o construcciones habituales y el segundo, a la hojas cuyas láminas están encoladas con adhesivos que le permiten soportar prolongada exposición a la temperatura sin fallar en la línea de encolamiento.

Mediciones:

- Ancho medio y Longitud media: en las hojas de compensado se efectúan tres mediciones del ancho y tres de la longitud, espaciadas regularmente, registrándolas al milímetro.

- Espesor medio: se efectúa una medición del espesor en el centro de cada uno de los lados de la pieza, registrando las mediciones al 0,1 mm

Firmeza del encolamiento:

- Compensado tipo uso interior: las probetas se colocan en un baño de agua a $15^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, disponiéndolas de modo que queden completamente sumergidas, manteniéndolas en esas condiciones durante 24 horas. Se examina el estado general de cada una estando mojadas, registrando cualquier falla del encolamiento. El ensayo se considera satisfactorio cuando ninguna de las probetas presenta señales visibles de separación de las láminas, luego de 24 horas en ambiente de laboratorio.
- Compensado tipo uso exterior: se colocan las probetas en un baño de agua a 100°C y se mantienen completamente sumergidas durante 6 horas. Transcurrido ese lapso se colocan en un baño de enfriamiento a temperatura de $15^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Una vez enfriadas se retiran y, estando mojadas, se observa el estado general que presentan, registrando cualquier falla de encolamiento. Luego se ensaya el esfuerzo de tracción, indicando el valor de tensión de rotura de las probetas. Las probetas deben quedar dispuestas de modo que la dirección del grano de la lámina de la cara coincidan con la aplicación del esfuerzo.

9. Usos del contrachapado

SEGÚN EL ADHESIVO	TIPO	USOS
EXTERIOR	Marino	Construcciones navales Decoración de embarcaciones Usos marinos en general
	Panel Exterior	Construcción de viviendas con vetas a la vista Muebles de cocina y baños Elementos expuestos a la intemperie
	Estructural	Recubrimiento estructural de pisos, muros y techos Prefabricación de elementos de construcción
	Moldaje	Moldajes para hormigón Elementos estructurales en la construcción, agroindustria, contenedores y transporte
	Embalaje	Embalajes, cajones y bins reutilizables Elementos estructurales para ser recubiertos Contenedores

SEGÚN EL ADHESIVO		TIPO	USOS
INTERIOR	Decorativo	Terciado decorativo	Mueblería Revestimiento de muros Racks equipos de audio y video Puertas decorativas Instrumentos musicales
		Tablero con alma de listones	Mueblería Decoración de interiores Revestimientos Racks equipos de audio y video Instalaciones de closet Muebles de cocina y baño
		Aglomerado enchapado	Mueblería Decoración de interiores Revestimientos Racks equipos de audio y video Instalaciones de closet
	Standar	Terciado standar	Industrias o artesanales en: Mueblería, instalación en interior y closets Revestimientos de puertas Racks equipos de audio y video Embalajes, cajas Juguetes
		Tablero con alma de listones	Industrias o artesanales en: Mueblería, instalación en interior y closets Revestimientos de puertas Racks equipos de audio y video Muebles de cocina y baño Cajas y juguetes
		Tablero laminado	Larguero (espesor 20 mm) Tablillas (espesor 16 mm) Piezas que requieren resistencia a la tracción

TECNOLOGÍA DE LA MADERA DE EUCALIPTO EN EL MERCOSUR Y OTROS PAISES (Ing. Ftal. Martín Sanchez Acosta). **XIV jornadas forestales de Entre Ríos. Actas.**

Laminados (debobinados y faqueados)

En lo referido a tableros compensados, (terciados o multilaminados) desde hace algún tiempo se viene empleando el Eucaliptus para suplementar a otros tableros de nativas, ya en el 70' la empresa CAFFETTI realizó pruebas en Misiones, y más recientemente HENTER, y GARUAPE, lo emplean para este fin. En este rubro es de destacar la puesta en funcionamiento desde hace un año de la planta de tableros compensados de FORESTADORA TAPEBICUA, la cual se abastece con 100% de *Eucalyptus grandis*, produciendo tableros de tipo fenólicos de variados espesores.

Para el caso de laminados de corte plano (faqueados) todas las especies debobinables serían aptas, pero esto sucede a la inversa pues algunas especies han demostrado tener sólo aptitud para el faqueado, como por ejemplo *E. camaldulensis*, *E. glóbulus* y *E. marginata*.

Dentro de este tipo de procesamiento se debe incluir el faqueado para tablas de cajonería, efectuado normalmente con máquinas pequeñas de tipo vertical. Se procesan troncos pequeños, al estado verde, al cual se le cantearon dos caras en una sierra. Con ello se obtienen tablillas de poco espesor, de superficie rústica, las que se destinan generalmente a cajonería. Su principal ventaja es el mayor rinde y limpieza por no generar aserrín.

En cuanto al faqueado para chapas decorativas, en Argentina se producen en forma esporádica debido a la falta de materia prima de grandes diámetros libre de nudos. La mayoría de las especies debobinables son aptas para el faqueado, pero lo inverso no siempre se produce, como es el caso de *E. glóbulus* y *E. viminalis*.

Los eucaliptos colorados y algunos híbridos como además los claros-pesados ofrecen productos de muy buen valor, los que generalmente se comercializan con otros nombres "cedro pampeano", "cedrillo", "cerezo", etc., a excepción del *E. glóbulus* que tiene reconocimiento como tal, debiendo destacarse los excelentes resultados que se obtienen con *E. glóbulus* en Chile. Pruebas expeditivas con *E. grandis*, *E. saligna* y *E. dunnii*, muestran que el *E. grandis* posee la mejor aptitud para este proceso, en el que se pueden obtener variados diseños, dependiendo del grano.

Respecto del *E. dunnii* resulta interesante su potencial en el laminado para reemplazar al tradicional, y cada vez más escaso "guatambú blanco" (*Balfourodendron riedelianum*), o al Pau Marfim de Brasil, aunque resta investigar más sobre su comportamiento respecto de las rajaduras y colapso.

Actualmente se están realizando pruebas comerciales con *grandis*, aunque una de las mayores dificultades que se encuentra es la falta de madera podada, lo cual es fundamental para este proceso.

A nivel comercial en Argentina hace bastante tiempo (más de 15 años) se producían chapas de eucaliptos, en la desaparecida faqueadora MIGUET, principalmente de *E. camaldulensis* por su tonalidad rojiza similar al cedro, lo que le valió su nombre de fantasía "cedro pampeano", asimismo demostraron muy buen comportamiento ciertos híbridos naturales (poco estables). En pruebas expeditivas realizadas por el INTA se obtuvieron resultados con el *E. grandis* y algunos híbridos naturales, no teniéndose buenos resultados con *E. saligna* y *E. dunnii*, debido a problemas de colapso y rajaduras, aunque esto no debe tomarse como definitivo, ya que con los clones se abre un panorama todavía no conocido.