

USOS POTENCIALES DE LA MADERA LAMINADA EN LA FABRICACION DE MUEBLES

Carl Eckelman*
Federico Picado**

Se presenta la madera laminada a base de chapa (LVL) como un material excelente y promisorio en la construcción de muebles. Sus propiedades mecánicas, relativo bajo costo, apariencia física, maquinado y calidad final, hacen de éste un producto ideal para sustituir aplicaciones con madera sólida de alto costo y baja disponibilidad. Se demuestra también que el LVL es capaz de sustituir materiales aglomerados y contrachapados en varias construcciones. Finalmente se analizan en detalle diferentes aplicaciones del LVL en la construcción de muebles.

INTRODUCCION

La madera laminada a base de chapa (LVL -Laminated Veneer Lumber-) es producida al encolar conjuntamente láminas o chapas de madera delgadas con el grano en la misma dirección. El producto resultante presenta buenas propiedades estructurales y permite que los tableros que se van a producir tengan diferentes niveles de calidad al utilizar una combinación y selección racional de chapas con distintos grados de calidad (Eckelman *et al*, 1979; Hoover *et al*, 1978).

Los usos potenciales de la madera laminada en la industria del mueble son muchos, por razones estéticas y económicas. Entre estas razones tenemos:

- Es bastante semejante en apariencia, acabado superficial y estructura a la

madera sólida, a la que se asemeja más que cualquier otro sustituto

- Puede ser producida para satisfacer los requerimientos de apariencia que el consumidor fije
- Es un material de menos costo, que puede ser fabricado para satisfacer los requerimientos estéticos de apariencia superficial aunque contenga defectos en las láminas interiores. Este material puede ser producido de chapas tomadas de trozas que han sido clasificadas como de baja calidad para producir cantidades considerables de madera aserrada
- Puede ser producida para satisfacer requerimientos técnicos de resistencia de productos individuales. Al mismo tiempo, pueden ser introducidas mejoras técnicas en el material (Hoover *et al*, 1979, 1980, 1987a).

El uso de LVL en muebles no es nuevo: por años ha sido usado para partes laminadas curvadas. Más recientemente, ha sido usado en lugar de material calado en sierra de banda para partes curvadas, en partes estructurales no expuestas y en menor grado para partes planas.

Conceptualmente, la manufactura de estas partes puede ser mirada más como una extensión de la tecnología del laminado y moldeado a la producción de partes específicas que como la introducción de un

* Ph.D. Furniture Research Center. Purdue University. West Lafayette, Indiana, USA.

** Profesor del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Becado por el programa BID/CONICIT.

nuevo producto en el mercado de materiales para muebles.

En el caso del LVL considerado aquí, las partes para muebles son cortadas de un tablero que puede ser producido en masa por un proceso más parecido -en volumen de producción y en métodos- al utilizado en la fabricación de contrachapados (plywood) y aglomerados (tablero de partículas). El tamaño de LVL puede ser semejante al utilizado en la producción de contrachapados y aglomerados, sin embargo, también puede ser fabricado en láminas o tableros de cualquier tamaño práctico (Hoover *et al*, 1987a, 1987b, 1988). La Figura 1 muestra un tablero típico de LVL donde se observan las distintas láminas que pueden conformar este producto.

A pesar de la marcada preferencia del consumidor por muebles de madera sólida, la decreciente disponibilidad de este material y el alto costo de los muebles fabricados con maderas de calidad, indican que hay un lugar, en el mercado para un producto de madera "casi sólida"

En algunos casos, la madera ha sido sustituida por el tablero de partículas, sin embargo existe la necesidad de disponer de un material con propiedades físicas y mecánicas que excedan a las de este material. Los tableros de LVL podrían satisfacer estos requerimientos.

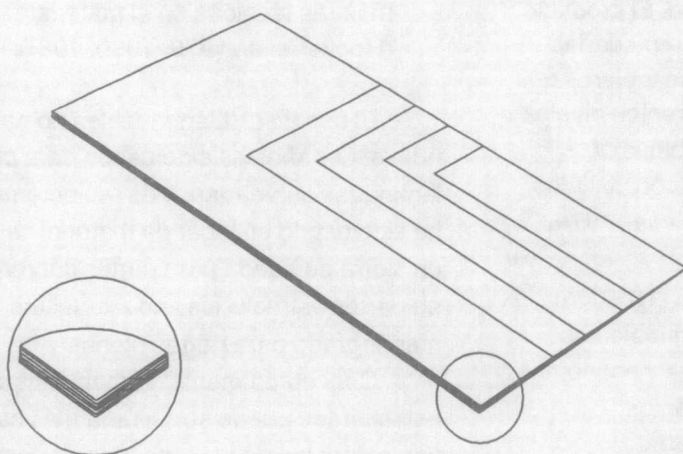


FIGURA 1. Tablero de madera laminada LVL. Se observan las distintas láminas que forman este producto.

CONSIDERACIONES GENERALES

LVL posee muchas de las propiedades deseables de la madera sólida y de los materiales a base de madera tales como el contrachapado (plywood) y el tablero de partículas, pero también es probable que tenga características propias deseables o no deseables. En general, LVL del tipo considerado aquí debe ser mirado esencialmente como un nuevo material con aplicaciones en aquellas áreas de la construcción de muebles donde:

- a. Los materiales convencionales de construcción han probado ser muy costosos
- b. Los sustitutos de la madera no han sido enteramente satisfactorios por razones estéticas y mecánicas y
- c. Hay un mercado para el mueble intermedio en calidad entre el mueble convencional de madera sólida y el producido de los varios materiales compuestos a base de madera.

La selección del LVL para ser usado en muebles debe basarse en la consideración de su habilidad para:

- a. Satisfacer los requerimientos estéticos cuando es usado en partes expuestas
- b. Satisfacer los requerimientos de resistencia a la flexión, cortante, rigidez y uniones cuando es usado para partes estructurales
- c. Satisfacer requerimientos de estabilidad dimensional y de pandeo cuando es usado para superficies planas tipo panel; y finalmente
- ch. Satisfacer restricciones económicas al tipo específico de mueble producido

Existen numerosos criterios de precio-calidad y resistencia-precio en

La madera laminada a base de chapa (LVL -Laminated Veneer Lumber-) es producida al encolar conjuntamente láminas o chapas de madera delgadas con el grano en la misma dirección.

relación con las consideraciones expuestas anteriormente. Por tanto, los cambios que se llevan a cabo en los costos de los materiales actualmente en uso afectarán la aceptabilidad del LVL para una aplicación específica. Se debe anticipar que algunas aplicaciones de LVL variarán de deseables a no deseables y viceversa dependiendo de las condiciones del mercado de materiales existentes en ese momento.

Finalmente, se debe enfatizar que los usos potenciales de LVL incluyen la construcción tanto de partes como de piezas completas de muebles.

MESAS

La construcción y el comportamiento estructural de numerosos tipos de mesas han sido analizados en detalle por el autor en una publicación previa (Eckelman, 1977) a la cual se remite al lector interesado, para detalles específicos concernientes a la construcción de mesas. De estos elementos regularmente utilizados en la construcción de mesas, LVL es muy adecuado para sobres sólidos expuestos, para almas (parte central) de sobres, para miembros estructurales de soporte tales como rieles laterales (peinazos) y para las patas.

Actualmente, los sobres sólidos expuestos no son muy utilizados. Su declive en popularidad se debe a razones como el alto costo de materiales libres de defectos y la facilidad con que la superficie final puede ser dañada por derrames de líquidos comunes en los hogares. En el caso de muebles de cocina, de comedor y de café, en particular, el mercado ha perdido posición principalmente debido al uso de sobres hechos con laminados a alta presión.

Los sobres expuestos de madera sólida son todavía usados en muchos ambientes que requieren muebles de calidad como en bibliotecas. El uso de acabados tipo poliuretano ha eliminado muchos de los problemas asociados con el

acabado con lacas nitrocelulósicas en mesas para cocinas y comedores. En un futuro, habrá una demanda renovada de sobres con acabados naturales.

Los sobres de mesa fabricados con LVL pueden ser utilizados si se provee la estructura necesaria en la parte inferior del sobre para resistir esfuerzos en flexión a través del grano. LVL puede ser utilizado para fabricar tableros de cualquier tamaño. Las láminas interiores pueden tener defectos, lo que minimiza el costo de las láminas y maximiza el uso del material. Con LVL se pueden fabricar sobres completos (sin uniones). En este caso, la intención es eliminar el uso de una superficie compuesta de varias piezas y reemplazarla por una superficie hecha de madera sólida. De nuevo, las láminas interiores pueden poseer defectos para reducir el costo de los materiales.

En ambas construcciones, sería deseable incluir una lámina (chapa) delgada a través del grano con el fin de reducir la contracción y expansión que se presentan en ambientes con diferentes contenidos de humedad. Tales movimientos de contracción y expansión son responsables de muchos de los problemas asociados con la unión de bandas laterales sintéticas a los extremos del sobre, con la pega del sobre a la estructura inferior de la mesa, así como con la aparición de rajaduras en el sobre. Estos no son problemas menores y la estabilidad dimensional del LVL es un aspecto a favor de su aplicación en este caso.

La madera sólida ha sido reemplazada por el tablero de partículas en la mayoría de los sobres de mesa producidos hoy día. Las principales razones citadas son el alto costo del material y su subsecuente procesamiento, la dificultad en obtener madera sólida de calidad, y la falta de estabilidad dimensional. Para una gran cantidad de aplicaciones, el tablero de partículas ha probado ser satisfactorio, sin embargo, no lo ha sido en otros tipos de aplicaciones por presentar:

- Falta de resistencia y rigidez comparado a la madera sólida
- Tendencia a deformarse plásticamente (*creep*) bajo carga
- Falta de resistencia a la sujeción con algunos sujetadores mecánicos (*fasteners*) usados para unir elementos en ciertos tipos de construcción de patas

Por tanto, existe necesidad de disponer de un material con propiedades físicas y mecánicas que excedan a las del tablero de partículas. Los tableros de LVL pueden satisfacer estos requerimientos si la resistencia a la flexión a través del grano es considerada en el diseño. La Figura 2 presenta una aplicación de LVL en la construcción de una mesa, usado en el sobre, laterales y patas.

Los rieles (peinazos) son usualmente contruidos de material libre de defectos con una superficie expuesta. Esto representa una aplicación ideal para el LVL ya que la lámina exterior puede ser fabricada con material libre de defectos mientras las láminas interiores pueden contener defectos. En este caso, el canto superior del riel es tapado por el sobre, mientras que el canto inferior no es normalmente visible, de modo que el canto del riel no sería un factor que haya que considerar.

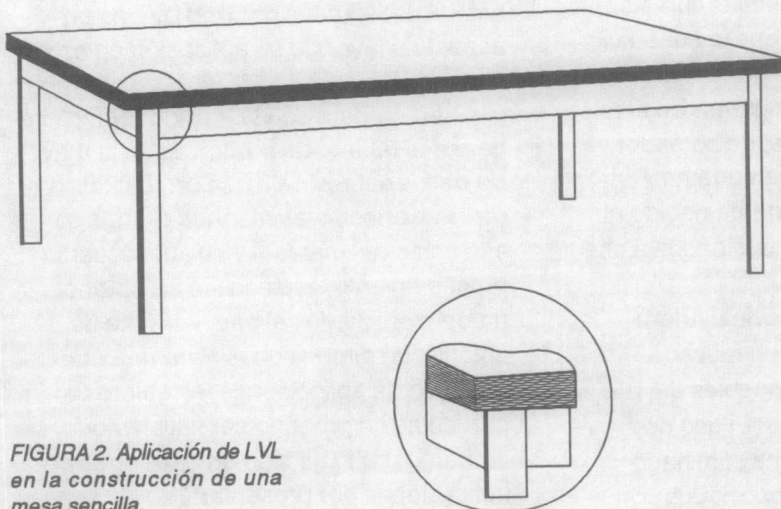


FIGURA 2. Aplicación de LVL en la construcción de una mesa sencilla.

Los rieles (peinazos) comúnmente se unen a los sobres por medio de tornillos y a las patas por medio de:

- a. Ensamble a caja y espiga
- b. Unión con tacos (tarugos) y
- c. Plato esquinero con tornillos.

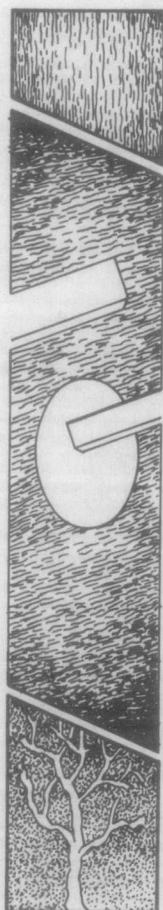
Algo similar sucede con el material utilizado en los estiradores o trabas de las patas en las mesas. En este caso, el canto superior del estirador será visible y por tanto debe estar libre de defectos. La apariencia de una superficie laminada es objetable para algunos fabricantes, pero aceptable para otros.

Los rieles que se utilizan para reforzar el sobre necesitarán tener las dos superficies verticales y un canto libres de defectos. Las láminas interiores pueden contener defectos.

Los batientes por cabeza (*headers*) como los usados en algunos tipos de construcción de patas tipo voladizo, necesitan tener un canto libre de defectos en todos los casos y en ambos extremos en algunos casos. Algunos fabricantes requerirán que la cara inferior esté libre de defectos mientras que otros no. El costo y la calidad de la mesa como un todo serán los factores determinantes. Estructuralmente, el batiente por cabeza provee al sobre de resistencia a la flexión a través de la mesa. Por tanto, éste debe ser diseñado para satisfacer, además de los aspectos estéticos, los requerimientos de ingeniería.

ARMADURAS PARA MUEBLES TAPIZADOS

Trabajos de investigación previos (Eckelman *et al*, 1979, 1981; Winandy, 1978, 1979) han demostrado convincentemente que LVL puede ser usado como material para armaduras de sofás tapizados. Específicamente, se ha demostrado que LVL puede ser usado con ventaja



económica como un sustituto para la madera sólida y el contrachapado (plywood) en esta aplicación. El material para armaduras de sofá presenta una aplicación ideal para el LVL ya que pueden ser tolerados defectos visuales y la resistencia del LVL puede ser diseñada para satisfacer los requerimientos específicos de resistencia del mueble. Se han publicado varios artículos técnicos donde se discute el uso del LVL como material para armaduras de sofá y por tanto esta aplicación no será discutida a profundidad en este artículo.

Una evaluación informal del uso del LVL como madera expuesta en construcciones de mueble tapizado indican que éste podría ser usado con ventaja si el público aceptara la apariencia de las líneas de cola expuestas. Como áreas potenciales de aplicación se pueden mencionar: los pilares o postes delanteros y traseros de madera, brazos, rieles laterales, peinazos o rieles frontales y traseros. Todos estos elementos son relativamente largos en tamaño y en partes expuestas deben estar libres de defectos.

Muchos de los diseños que utilizan armaduras expuestas hacen uso de sistemas de tapizado tipo malla (*mesh* o *webbing*) los cuales imponen altas fuerzas torsionales y altas cargas del frente hacia atrás en los rieles o peinazos frontales y

traseros. Por esta razón, el material debe tener buena resistencia a la flexión del frente hacia atrás y a la torsión, y además, los extremos de los rieles deben estar libres de defectos para que puedan hacerse conexiones sólidas. La superficie frontal y el canto superior del riel frontal y trasero necesitan estar libres de defectos visibles. Algunos fabricantes requerirán que las cuatro superficies estén libres de defectos. La cantidad de material utilizado en muchos de estos diseños es considerable. La sección transversal de un riel trasero expuesto, por ejemplo, puede variar de 3,75 a 5 cm (1,5 a 2 pulgadas) de ancho, por 7,5 a 10 cm (3 a 4 pulgadas) de alto.

El material para brazos usualmente necesitará estar libre de defectos en ambas superficies y cantos. Será necesario asegurarse que el material usado para estas partes presente un buen acabado y que no tenga la tendencia a rajarse (abrirse). Por tanto, algunas veces, los brazos se unen a otros miembros por medio de uniones expuestas de caja y espiga lo cual obliga a que el material tenga buenas características de maquinado. De nuevo, estos elementos son relativamente grandes en tamaño de modo que es considerable la cantidad de material usado en su construcción.

Los requerimientos para los pilares o postes frontales y traseros son casi los mismos que para los brazos. Las consideraciones visuales en su mayoría determinan el diseño del material. Una considerable cantidad de material es consumido en la fabricación de estas partes.

Los requerimientos para los rieles laterales serían semejantes a los otros elementos o partes mencionadas. En algunos casos, la superficie interior y el canto inferior pueden contener defectos, pero en general se esperaría que estas superficies estén libres de ellos. La Figura 3 muestra el uso eficiente del LVL en una armadura para sofá, en el que se ha empleado en el brazo, en el riel lateral, en el riel frontal y en el pilar o poste.

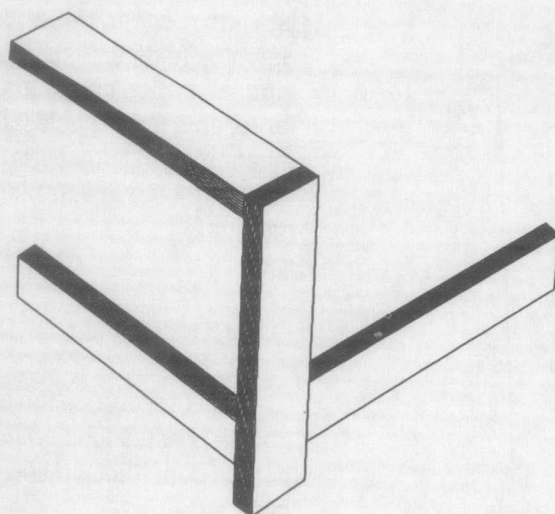


FIGURA 3.
Utilización del
material LVL en la
construcción de
armaduras para
sofá.

En conclusión, LVL se presenta como un material adecuado para el uso en armaduras de sofá con madera expuesta, sujeto a que las líneas de cola visibles sean aceptadas. Estas armaduras son construidas de material libre de defectos, de una sección transversal relativamente grande y larga. Es costoso producir en madera sólida y en tales dimensiones, partes libres de defectos y se requiere material difícil de obtener. El uso de LVL, menos costoso, permitiría a mucha gente disfrutar la belleza de la madera.

SILLAS

Los requerimientos de resistencia de sillas han sido tratados en detalle por el autor en otros documentos (Eckelman, 1977). Los resultados de estos estudios muestran que el diseño de algunos miembros de las sillas, como el respaldo y las patas, por ejemplo, está limitado por requerimientos de resistencia a la flexión, mientras que el diseño de otros miembros tales como los rieles laterales y otros elementos similares está en función de la resistencia en las uniones. Se presume que LVL podría ser usado en una forma u otra

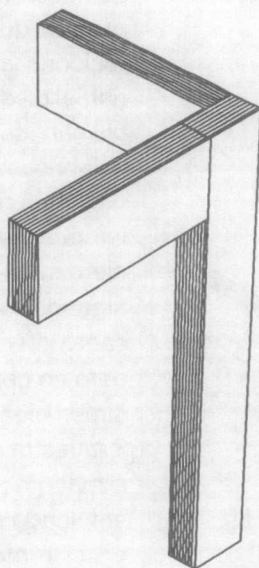


FIGURA 4. Posible aplicación de LVL en la construcción de partes para sillas de madera.

para cualquier tipo de miembro o parte en la construcción de muebles, excepto para partes torneadas.

Desde un punto de vista práctico, es más razonable considerar aquellas construcciones que utilizan miembros grandes por razones del diseño estético. Sillas de este tipo se utilizan comúnmente en oficinas, donde se selecciona el mueble para resaltar al ocupante. Usualmente, estas sillas tienen los costados completamente expuestos con algunos de sus miembros colocados en posición horizontal. Los rieles o peinazos frontal y trasero están por lo general expuestos, pero el asiento y el respaldo son tapizados, de modo que las partes que componen estos miembros están ocultas.

Los usos potenciales del LVL en sillas incluyen respaldo y patas traseras, patas delanteras, rieles laterales (costados), brazos, estiradores o trabas, riel frontal y trasero. La principal restricción en el uso del LVL en tales sillas sería la economía del material y la aceptabilidad, desde un punto de vista estético, de las líneas de cola expuestas. En la Figura 4 se observa la aplicación del LVL en una sección de una silla, básicamente en la pata delantera, riel lateral y riel frontal.

El diseño del material para tales sillas está limitado principalmente por consideraciones estéticas. Debido a que no se permiten defectos en los cantos, todas las láminas (*veneer*) deben estar libres de defectos (existen excepciones para algunas partes en algunas sillas). Por tanto, solo las especies y espesores de las láminas permitidos serían económica y estéticamente aceptables en el diseño del material.

GABINETES DE COCINA

La mayoría de los gabinetes de cocina producidos comercialmente hoy día son de construcción tipo panel de dos clases:

- a. Con armadura y
- b. Sin armadura

Quizás el gabinete más común es aquel que utiliza solo paneles para formar la caja (*case*) con una cara o superficie con armadura. En cualquiera de estas construcciones, LVL puede ser usado con ventaja en varias áreas como material para armaduras, puertas, paneles de las puertas, estantes y costados.

Numerosos tipos de madera han sido utilizados como material para armaduras de muebles de cocina. En aplicaciones no visibles, los principales criterios son bajo costo, disponibilidad, facilidad de maquinado, estabilidad dimensional y resistencia a la sujeción con uniones mecánicas (*fasteners*).

Algunas de las especies de madera que se han utilizado con más frecuencia en los Estados Unidos son el álamo amarillo (*yellow poplar*), sicomoro (*sycamore*), olmo (*elm*), y en ocasiones maderas tropicales como el banak. Cuando el material de la armadura es expuesto como en la superficie frontal, se usan especies de madera de

más calidad, tales como el arce (*maple*), roble (*oak*) y otras maderas decorativas. Estos miembros deben estar libres de defectos en las cuatro caras (superficies) lo cual tiende a aumentar su costo de producción, particularmente en los tamaños grandes.

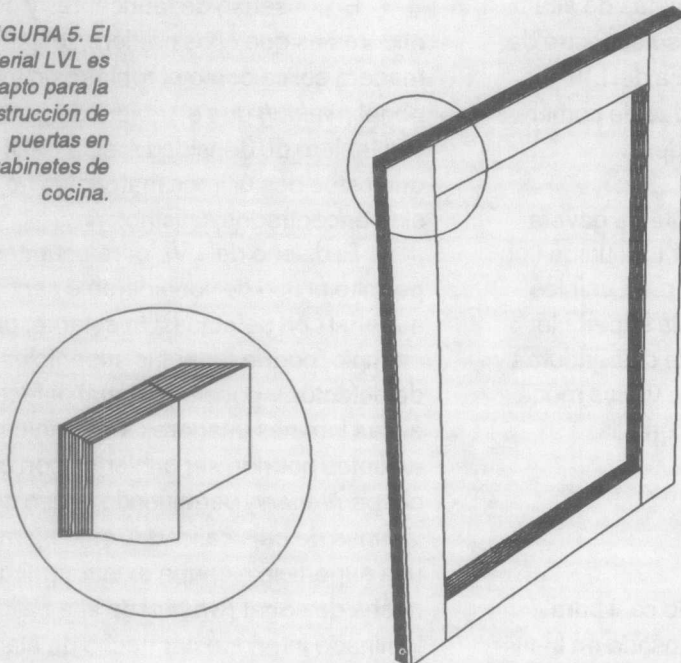
En el caso de miembros ocultos de una armadura, podría utilizarse LVL para satisfacer cualquier necesidad. Podría producirse material con un laminado cruzado, con una excelente estabilidad dimensional y poder de sujeción para satisfacer requerimientos de ingeniería. También LVL podría ser usado para producir superficies atractivas. Una lámina de alta calidad podría colocarse sobre otras láminas de menor calidad lo cual produciría una mejor apariencia superficial a un menor costo que una pieza de madera sólida de tamaño comparable.

Comentarios similares se aplican también al material para partes de puertas. La Figura 5 muestra el uso de LVL en la construcción de una puerta para un gabinete. Para este uso, las características de maquinado de la lámina superior también son importantes.

Una lámina atravesada reduce la expansión de LVL a través del grano; por ello dos láminas de LVL con una lámina colocada a 90 grados podría encontrar amplio uso como material para paneles o tableros para puertas. La contracción, la expansión y las torceduras son los problemas principales que ocurren en el uso de materiales compuestos a base de madera sólida en gabinetes de cocina. Un producto que elimine estos problemas y a la vez sea un panel esencialmente de madera sólida sería de gran valor para la industria.

Los sobres, fondos y estantes de los gabinetes de cocina pueden ser hechos de LVL, que ha sido diseñado para satisfacer las restricciones estéticas y de costo en un amplio abanico de precios y calidad. Los sobres y fondos podrían ser producidos

FIGURA 5. El material LVL es apto para la construcción de puertas en gabinetes de cocina.



Los sobres, fondos y estantes de los gabinetes de cocina pueden ser hechos de LVL, que ha sido diseñado para satisfacer las restricciones estéticas y de costo en un amplio abanico de precios y calidad.

con una superficie libre de defectos mientras que los estantes podrían requerir dos superficies libres de defectos. Las láminas interiores podrían contener defectos con la condición de que no ocurran en más de un canto a la vez. Para algunas aplicaciones, el material necesitaría ser de tal calidad que los cantos puedan ser maquinados.

Los costados de los gabinetes tienen requerimientos similares a los de los estantes. Algunas veces, dos superficies tendrán que estar libres de defectos, pero algunas láminas interiores podrían contener defectos. También algunos cantos de los costados necesitarán ser maquinados. Una ventaja del LVL para esta aplicación es que una lámina de alto grado podría ser usada en la superficie exterior sin perjudicar la apariencia del costado.

También es posible usar LVL para frentes de gaveta, costados y respaldos en los gabinetes. Actualmente, estas partes son producidas con materiales con diferentes grados de costo y calidad. Se presume que LVL podría igualar la calidad del material en muchas de estas categorías. La estabilidad dimensional del material es importante cuando se trata de la producción de gavetas. El maquinado del material sería importante en el caso de gavetas de alta calidad. En un bajo nivel de su espectro de aplicación, la principal ventaja del LVL podría ser la simple posibilidad de comercializar un producto con madera "verdadera".

La cara interior del frente de gaveta deberá ser capaz de aceptar una unión tipo cola de milano o una ranura para unir los costados. De igual manera, la superficie exterior necesitará estar libre de rajaduras y deberá ser de tal calidad que varios modelos puedan ser maquinados en ella.

ESTANTES Y LIBREROS

LVL podría ser utilizado casi para cualquier tipo de estantería usada en la

construcción de muebles. Los libreros y estantes utilizados en bibliotecas son una de las aplicaciones más prometedoras para el LVL. Por su alto costo, los estantes de madera sólida han sido casi eliminados. El precio de los libreros ha aumentado en los años recientes y, como resultado, las bibliotecas y otras instituciones están usando tableros de partículas pre-acabados en lugar de estantes y libreros de madera sólida.

En general, el tablero aglomerado no ha resultado enteramente satisfactorio para estantes de pared, porque los puntos de soporte algunas veces tienen que estar espaciados menos de 80 cm (32 pulgadas) para evitar una deformación excesiva (*creep*). Además estos estantes, aunque menos costosos que los de madera sólida, son todavía muy caros para muchas aplicaciones.

Se han realizado algunos intentos para utilizar madera de especies inferiores en estantes. Algunos fabricantes han construido sus estantes de especies no típicas para uso decorativo y han colocado una banda o lámina en el canto expuesto con otra especie tal como el roble rojo (*red oak*) para mejorar su apariencia.

El consenso de fabricantes y consumidores es que ellos prefieren estantes de madera sólida como el roble (*oak*) y el nogal (*walnut*) que el tablero de partículas y el tablero de densidad media (MDF); ya que estos dos últimos materiales no han sido encontrados satisfactorios.

El diseño del LVL para estantes permite el uso de considerable cantidad de material con defectos. Un estante, por ejemplo, podría tener las superficies libres de defectos y poseer material defectuoso en las láminas interiores. Los cantos de los estantes podrían ser cubiertos con una chapa (*veneer*) permitiendo el uso de láminas de baja calidad. Como ejemplo, una superficie o chapa exterior puede ser hecha de nogal (*walnut*) de alta calidad y el laminado interior estar hecho de álamo

(poplar) o liquidámbar de América (*sweet-gum*).

Otro interesante concepto es la posibilidad de laminar nogal de alta calidad sobre láminas de nogal de baja calidad para producir un estante sólido de nogal. Otras maderas como el roble podrían ser usadas de esta misma manera. Si para el consumidor el canto laminado fuera aceptable en esa construcción, esto permitiría la producción de estantes sólidos de una sola especie a un costo nominal muy bajo comparado con la producción de estantes de madera sólida libre de defectos. Si el canto laminado no es aceptable, éste tendría que ser cubierto con una chapa de material (*edge banding*). En la Figura 6 se observa la construcción de un librero sencillo con LVL.

CAMAS

Varios de los estilos de camas que se usan actualmente ofrecen oportunidades para la aplicación de LVL en su construcción. Las camas de estilo militar, en particular, son apropiadas para la aplicación de

LVL, ya que son construidas de elementos largos y sección transversal rectangular. En general, el respaldar de estas camas consiste de dos pilares o postes y rieles o peinazos superior, inferior e intermedio. Típicamente, los pilares y rieles superiores son construidos de material que mide 5 por 7,5 cm (2 por 3 pulgadas) en sección transversal, mientras que el riel inferior puede medir cerca de 3,12 por 12,5 cm (1,25 por 5 pulgadas) de sección transversal.

Los largueros de las camas consisten de dos piezas que miden 2,1 por 12,5 cm (7/8 por 5 pulgadas) de sección transversal y cuatro piezas transversales que unen los largueros para formar la cama y proveen soporte para dos gavetas que se colocan debajo de los largueros. Los rieles o piezas transversales son construidos de contrachapado o de maderas duras y miden cerca de 2,1 por 12,5 cm (7/8 por 5 pulgadas) de sección transversal. Dos piezas de madera se unen a la cara interior de los largueros para dar soporte a los colchones.

Debido a sus dimensiones, es difícil obtener madera libre de defectos para los largueros; por su longitud, estos elementos de las camas resultan costosos si son construidos de maderas duras y constituyen una excelente opción de aplicación de menor costo para el LVL.

El diseño del LVL usado en camas militares debe considerar numerosas variaciones. En general, el material que va a utilizarse para construir las diferentes partes de la cama debe:

- Estar libre de defectos
- Permitir la construcción de fuertes uniones con tacos
- Tener suficiente resistencia a las rajaduras debido al uso de alcayatas y otras conexiones en los pilares y rieles de las camas.

En el caso de los largueros, las cuatro superficies deben estar libres de

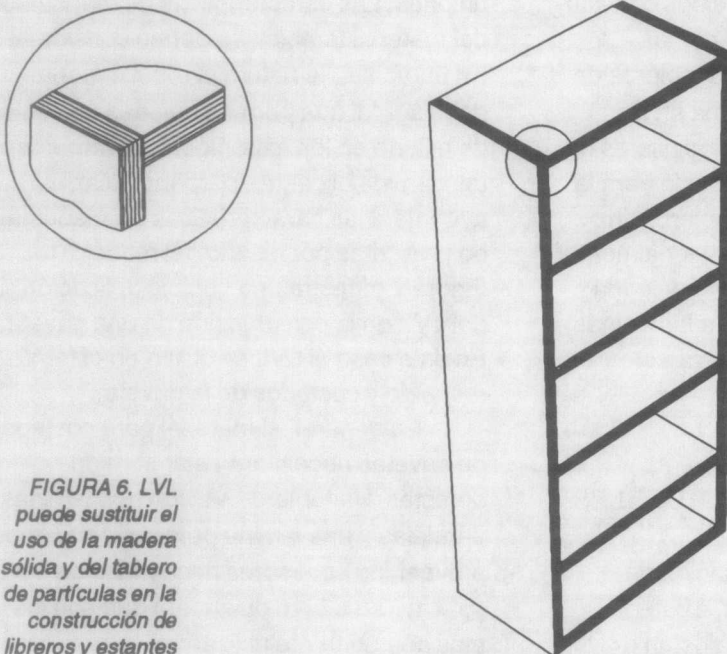


FIGURA 6. LVL puede sustituir el uso de la madera sólida y del tablero de partículas en la construcción de libreros y estantes

El diseño del modelo para material de gavetas debe considerar el desgaste de los costados en las áreas que se deslizan sobre la armadura.

defectos. En este tipo de camas, los cantos laminados no representan un problema de diseño. En algunos casos, las láminas serán hechas de una sola especie; en otros casos, las láminas interiores podrían ser de otros tipos de maderas como el álamo amarillo (*yellow poplar*), mientras que la lámina exterior podría ser de una especie más decorativa como el roble rojo (*red oak*).

En todos los casos, la resistencia de los largueros debe considerarse. La resistencia a la flexión y a la torsión es de importancia. Cuando los requerimientos estéticos de los cantos se suman a los requerimientos de resistencia, es probable que sea necesario el empleo de material libre de defectos para satisfacer el diseño del modelo. El uso de alcayatas para unir los largueros y el respaldar de la cama impone severos esfuerzos cortantes en el material en esas áreas. También, el movimiento de la cama en servicio para propósitos de limpieza imponen severas fuerzas en las uniones. Puede ocurrir delaminación en los extremos de los rieles, debido a las diferentes fuerzas impuestas en los extremos, lo que puede ser prevenido utilizando pernos-pasados para asegurar las alcayatas.

Los tableros de los respaldos constituyen otra aplicación de LVL en camas. La contracción y expansión de los tableros de madera sólida crea un problema en las uniones de estos miembros a los pilares o postes, ya que debe haber espacio para la expansión y contracción del tablero. Un tablero LVL estabilizado dimensionalmente (o sea que contenga una lámina delgada colocada perpendicularmente a las demás), representa una valiosa solución a este problema.

PARTES ESPECIFICAS DE MUEBLES

En relación con la fabricación de partes completas de muebles, existen algunas aplicaciones que se ajustan muy

bien a las características del LVL. Es importante considerar al menos una de ellas en detalle.

Una aplicación de particular interés son los costados de las gavetas. El uso de LVL en gavetas fue mencionado brevemente en los gabinetes de cocina, pero su potencial uso se extiende más allá de ese producto.

En los Estados Unidos, los costados de las gavetas, se han construido principalmente de roble. Con el aumento de precio de los recubrimientos de roble, fueron introducidas maderas de menor costo y menos deseables, y aún algunas maderas blancas tropicales así como el tablero impreso. Ninguno de estos materiales es enteramente satisfactorio como sustituto de la madera sólida para muebles de alta calidad, básicamente desde un punto de vista estético. LVL por su casi perfecta similitud a la madera sólida es un material mucho más aceptable.

El diseño del modelo para material de gavetas debe considerar el desgaste de los costados en las áreas que se deslizan sobre la armadura. Es importante considerar la capacidad del material para soportar las cargas en las gavetas sin dañar las uniones. Las características de maquinado del material también se deben considerar. En particular, la naturaleza del material debe ser tal que permita uniones tipo cola de milano en los extremos. Nuevamente, una lámina al centro, perpendicular, ayudará a las características de maquinado prescritas por diseño del modelo. La Figura 7 muestra una posible aplicación del LVL en la construcción de una gaveta. En este caso el LVL se utilizó en el frente, respaldo y costados de la gaveta.

En general, el material para costados de gavetas necesitará estar libre de defectos. Un tablero LVL con dos láminas paralelas y una lámina perpendicular debe proveer los espesores necesarios de 0,9 a 1,4 cm (3/8 a 9/16 pulgadas) que son los más comúnmente utilizados.

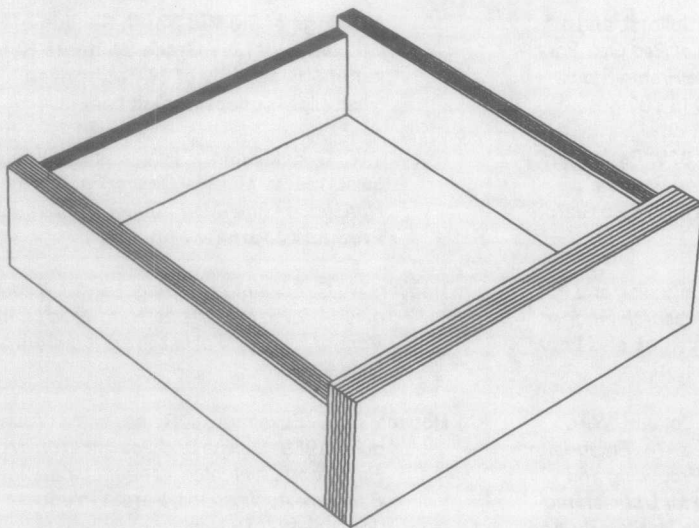


FIGURA 7. Aplicación de LVL en la construcción de gavetas. Se observa su uso en el frente, costados, y respaldo de la gaveta.

CONCLUSIONES

Un análisis de las preferencias cambiantes del consumidor, conjuntamente con un estudio de cambios anticipados en la disponibilidad y costo de la madera sólida, indica que hay una necesidad creciente para un producto como el LVL en el mercado de materiales para la construcción de muebles. Un sondeo en artículos técnicos en revistas y en las exposiciones de productos indican que los fabricantes están tratando de seguir o actualizarse, como sea posible, con todas las construcciones con madera. Mientras tanto, la demanda europea por muebles con madera real continúa creciendo. Los cambios en el diseño de muebles crearán una demanda por productos de calidad hechos de LVL. La inflación económica predice que disminuirán las dimensiones de las habitaciones y en consecuencia se producirá una demanda de muebles que utilicen mejor el espacio disponible. Menos espacio y muebles más pequeños promoverán una demanda de muebles de calidad, que pueda ser satisfecha a través del uso del LVL.

LVL proveerá una solución a la necesidad de un material para muebles que

pueda ser diseñado para satisfacer los requerimientos de resistencia, ingeniería y estética en cada diseño. Un sondeo de los usos potenciales del LVL en muebles indica que éste podría ser usado en lugar de la madera sólida en la construcción de distintos tipos de muebles. Por ejemplo, en varias aplicaciones, LVL podría ser usado en lugar de materiales sustitutos -tipo tablero- actualmente en uso, excepto en aquellos casos donde la restricción principal es el uso de una superficie plana de bajo costo. La primera restricción obvia es la capacidad del LVL para competir con aquellos materiales actualmente en uso. Una segunda restricción es la aceptación del consumidor de las líneas de cola.

Los estudios han demostrado que LVL puede competir de igual manera con algunos de los materiales que actualmente se usan en la construcción de muebles, tales como el material para las armaduras de muebles tapizados. En otros casos, debido a su costo, el uso del LVL se orientaría a reemplazar materiales que están siendo utilizados pero que no han sido enteramente satisfactorios por razones estéticas o mecánicas. Además, LVL podría ser usado para producir muebles de madera para mercados no considerados antes por su alto costo de material sólido libre de defectos.

Finalmente, otro uso de LVL podría ser en mercados de exportación, donde el alto costo de embarque hace impráctico enviar madera aserrada que contenga defectos que deban ser removidos. Aquí, el costo del LVL sería compensado por la reducción en los costos de embarque. Esta situación se presenta en Europa y en otras áreas como México y Taiwan.

LITERATURA CONSULTADA

Eckelman, C.A. 1977. *Library Technology Reports*. July. Vol. 13, no. 4. American Library Association.

- Eckelman, C.A., W.L. Hoover, R.W. Jokerst, and J.A. Youngquist. 1979. *Utilization of Red Oak Press-Lam as Upholstered Furniture Frame Stock*. **Forest Products Journal** 29 (5): 30-40
- Eckelman, C.A. and J.E. Winandy. 1979. *Performance Tests for Upholstered Furniture Frames*. **International Journal of Furniture Research** 1 (6,7).
- Eckelman, C.A. W.L. Hoover, J. Youngquist, and R. Jokerst. 1981. *Press-Lam: Research Finds a New Furniture Feedstock*. **Plywood and Panel** 22 (4): 8-12.
- Hoover, W.L., C.A. Eckelman, R.W. Jokerst, W.H. Mason, and J.A. Youngquist. 1978. *Engineering and Economic Feasibility of Producing and Utilizing Red Oak Press-Lam for Upholstered Furniture Framestock*. **Purdue University Agr. Exp. Sta. Res. Bul.** no.956. West Lafayette, IN.
- Hoover, W.L., C.A. Eckelman, R.W. Jokerst, and J.A. Youngquist. 1979. *Economic Feasibility of Red Oak Press-Lam for Upholstered Furniture Frame Stock*. **Forest Products Journal** 29 (11): 21-25.
- Hoover, W.L., C.A. Eckelman, and J.L. Youngquist. 1980. *Parallel Laminated Hardwood Veneer Lumber for Furniture Frame Stock*. **Proceedings of the Mid-South Section of FPRS Utilization of Low-Grade Southern Hardwoods- Feasibility of 36 Enterprises**. Nashville, Tennessee. October 6-8.
- Hoover, W., C. Eckelman, J. Ringe, and J. Youngquist. 1987a. *Material Design Factors for Hardwood Laminated Veneer Lumber*. **Forest Products Journal** 37 (9): 15-23.
- Hoover, W., C. Eckelman, J. Ringe, and J. Youngquist. 1987b. *Markets for Hardwood Laminated Veneer Lumber*. **Forest Products Journal** 37 (10): 57-62.
- Hoover, W., C. Eckelman, J. Ringe, and J. Youngquist. 1988. *Design and Specification of Hardwood Laminated Veneer Lumber for Furniture Applications*. **Forest Products Journal** 38 (1) 31-34.
- Winandy, Jerrold E. 1979. *Press-Lam: Its Feasibility and use as Upholstered Furniture Dimension Stock*. **International Journal of Furniture Research** 1 (3,4): 9-14.
- Winandy, Jerrold. 1978. *The Feasibility of Using Hardwood Press-Lam as an Upholstered Furniture Framing Material*. Unpublished M.S. thesis submitted to the Faculty of Purdue Univ.87 p. W. Lafayette, Ind. ■