

Ensayos del LVL en Europa

El LVL está fabricado a base de chapas de un grueso del orden de los 3,2 mm obtenidas por desenrollado. Las chapas se clasifican y unen después de eliminados los defectos, luego se secan, encolan y unen en capas hasta formar el grueso deseado. La dirección de las fibras es la misma para todas las chapas. Posteriormente se prensa el material hasta que fragua la cola. Las uniones biseladas en las chapas individuales se disponen de forma alternada sobre la vertical de la manta de LVL. El producto tiene unas características dimensionales similares a las de la madera maciza.

Como alternativa a la clasificación de la madera maciza aserrada, el LVL elimina los defectos como nudos y fendas, por tanto tiene mayor resistencia y rigidez por lo que se evitan los problemas asociados a la merma, el alabeo y la cortadura.

Certificación del British Board Agreement

El LVL es un material relativamente nuevo que aún no tiene normas para su empleo. En el Reino Unido, la British Board of Agreement (BBA) ha certificado las propiedades tanto del LVL procedente de Finlandia como de EE.UU. para su uso estructural. Tampoco hay normas de durabilidad del encolado y de la resistencia a la humedad, ni que explícitamente expongan los métodos de ensayo y tratamiento para simular las condiciones atmosféricas en el laboratorio, ni los valores mínimos que aseguren la durabilidad al exterior. La resistencia a la humedad y en particular la calidad del encolado serán críticos si se buscan las ventajas del LVL en situaciones donde hay humedades regulares o intermitentes.

Ensayos en el BRE

El Centro de Investigación de la

Resultado al ensayo a cortadura de LVL formado por 26 chapas de abeto Noruego

Tratamiento	Juntas exteriores N/mm ²	Juntas interiores N/mm ²	Diferencia sobre la medida %
Control (sin exposición)	0,94	0,85	-
Exposición natural de 1 año			
Expuesta/no expuesta (x)	0,84	-	-
Expuesta/no expuesta (xx)	0,75	0,66	17
Sellada/no expuesta (x)	0,81	-	-
Sellada/expuesta (xx)	0,79	0,70	15
Ensayo V100	0,87	0,77	8
Ensayo V313	0,81	0,70	15
(x) líneas interiores			
(xx) líneas exteriores			

Tratamiento	Juntas exteriores N/mm ²	Juntas interiores N/mm ²	Diferencia sobre la media %
Control (sin exposición)	0,94	0,85	-
Exposición natural de 1 año			
Expuesta/no expuesta (x)	0,84	-	-
Expuesta/no expuesta (xx)	0,75	0,66	17
Sellada/no expuesta (x)	0,81	-	-
Sellada/expuesta (xx)	0,79	0,70	15
Ensayo V100	0,87	0,77	8
Ensayo V313	0,81	0,70	15

(x) líneas interiores.
(xx) líneas exteriores.

Construcción (BRE) ha evaluado la resistencia del LVL, que se hizo en Finlandia. El aspecto y la resistencia residual del encolado se calcularon después de un año de exposición ambiental natural al exterior, acelerado en regímenes medioambientales en el laboratorio.

Inicialmente se ensayó a cortadura para calcular las características del encolado después de varios regímenes de exposición. Este método determina la resistencia al cizallamiento de la línea media de encolado para cuatro laminaciones (tres líneas de cola), la muestra está situada entre los platos dentados. Los platos están a 40° respecto a la dirección de una carga de compresión que se aplica hasta la rotura. Es un ensayo económico debido a la facilidad de preparación de las muestras y permite laminaciones específicas en el interior de las piezas de LVL por ser cargadas selectivamente. Las laminaciones ensayadas fueron hacia las dos caras exteriores y en la capa interna.

La calidad de las laminaciones en las capas medias del recién fabricado LVL tiende a ser

marginalmente inferior a las de las laminaciones exteriores. Esta diferencia se mantiene después de un año de exposición natural. La reducción puede probablemente atribuirse al método de construcción del tablero, que ha empleado uniones biseladas en todas las láminas excepto en la lámina central donde aparece una débil unión a tope, a menudo con un hueco entre los dos extremos de las chapas.

Las muestras de LVL expuestas al exterior se situaron durante un año orientadas hacia el sur en una localidad del sudoeste de Inglaterra. Sufrieron algún agrietamiento superficial, con deformación y manchado en su cara expuesta. Sin embargo en un ensayo comparativo con muestras sin exponer, la reducción de la calidad del encolado después de un año no supone más del 15-17%.

Los resultados con los bordes sellados y sin sellar no son significativos en esta etapa.

El deterioro de la calidad del encolado en el LVL fue determinado después de someter a las muestras a valoraciones aceleradas en el laboratorio, basadas en

los ciclos de la V313 de la norma BS 5669 (tres ciclos de empapado, congelado y secado en cámara). Otros valores empleados en el laboratorio incluyen un hervido y secado en cámara (V 100), pero se muestran demasiado suaves, produciendo resultados que no se corresponden con la exposición al exterior.

La investigación continúa sobre las muestras expuestas, de acuerdo con las nuevas normas europeas para el tablero contrachapado (pr EN 314-1), así que los valores del laboratorio empleando el ciclo V 313 se corresponden bien con las exposiciones al exterior y están dentro de los límites permitidos para el tablero contrachapado de la norma BS 5669.

Los ensayos posteriores simulan la situación «en uso» del LVL en los que sólo una superficie es expuesta a la humedad. Se trata de un método severo, las muestras selladas por una cara son hervidas en un colorante rojo quien tiñe la madera, poniendo de relieve la extensión y penetración del agua. El resultado indica que la superficie expuesta era casi

impermeable al agua. Las consecuencias de la investigación se pueden resumir así:

-El ensayo a cortadura, llamado Minnesota, ofrece un método económico y realista para determinar cambios en la calidad del encolado de los LVL después del preacondicionado, que incluye la exposición natural.

-El V313 de exposición a ciclos de humedad de la norma BS 5669 da unas buenas predicciones de alcance de la degradación en la calidad del encolado del LVL de 26 chapas después de un año de exposición natural.

-Después de un año de exposición a los agentes atmosféricos, las muestras presentan sólo una degradación superficial. La resistencia residual del encolado estaba dentro de los límites aceptados para el tablero contrachapado.

-Las primeras indicaciones para el LVL a base de chapa de abeto son que tienen una resistencia a la humedad y son capaces de ser usados satisfactoriamente en empleos donde pueden mojarse.

El sistema es simple: una torre sujeta al generador que se acciona por medio de una gran hélice movida por el empuje del viento. Una sólo turbina puede llegar a suministrar una potencia de 300 a 500 kw, suficiente para abastecer a 250 viviendas.

La hélice del rotor puede fabricarse con varios materiales, pero la madera presenta ventajas por su baja densidad y resistencia a la fatiga. La madera laminada combinada con adhesivo de epoxy suministra la rigidez suficiente sin necesidad de incorporar rigidizadores.

La empresa Taywood Aerolaminates of Totton de Southampton, es una empresa especialista en hélices que emplea la madera como material estructural. Produce hélices de hasta 21 m de longitud aunque piensa superarlas.

Taywood Aerolaminates ha investigado sobre las características resistentes de las hélices en colaboración con la Universidad de Bath, en la que ha participado la empresa Mark Hancork. El director de la investigación Ian Bond dice que la forma de la hélice está bien diseñada, la dificultad es su estructura.

El peso es importante, un rotor pesado requiere más robustez de los engranajes y un eje y soporte más pesado, con una reducción proporcional en la potencia transmitida al generador. El objetivo es hacer la hélice lo más ligera posible sin perder sus propiedades mecánicas.

El proceso de fabricación es muy similar al empleado en la construcción de barcos. En primer lugar se elabora un prototipo de hélice cuidadosamente acabado a mano, que se emplea para hacer los moldes que se requieren para fabricar la hélice.

Se inicia la fabricación de la hélice con chapas de chopo de 5 mm. de grueso, tal como vienen del suministrador, sin lijar.

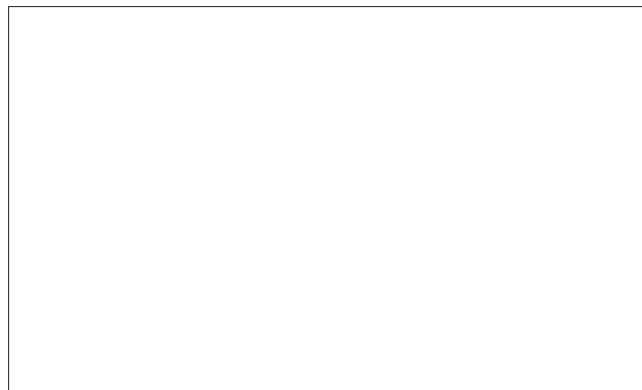
Estas chapas tienen unas dimensiones de 1,3 x 2,3 m ó 1 x 2,3 m, con una humedad del 8%.

La partida se clasifica y combina para asegurarse una distribución al azar de la madera de albura y duramen y se inspecciona para separar la que tenga una humedad indebida.

Por fin se corta a escuadra y

Los diseños aerodinámicos en madera

La generación de electricidad aprovechando la fuerza del viento puede ser una solución ecológica para completar la demanda de electricidad, sobre todo en pueblos o granjas aisladas. La madera laminada muestra indudables ventajas en la fabricación de las aspas.



unen con juntas biseladas, cortando luego a la medida. El conjunto se deposita para formar un rotor de la medida y forma requerida.

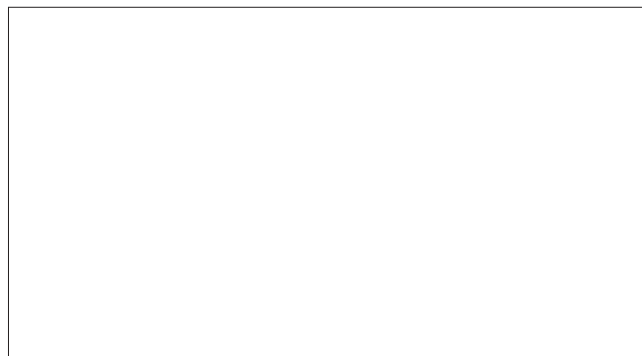
Se añaden paneles de Styrofoam cortados a medida y más tarde chapas que se cortan para reforzar la base de la hélice.

En primer lugar las tiras unidas son cubiertas con adhesivo de epoxy y se van depositando, para formar una extensión llena de chapas. Con la primera capa preparada, la siguiente se separa por una chapa de polyteno y así hasta completarlo. Sobre la chapa



se sujeta un saco de aire y se deja fraguar el adhesivo. Con la chapa adecuada-

damente unida, en la siguiente fase los moldes son cubiertos con agentes desmoldeadores. En primer lugar son forrados con un gel de resina, seguidos de fibra de vidrio unidos con ester-vinilo.



Sigue una capa de epoxy-fibra de vidrio y luego la chapa de madera encolada con la resina epoxy. Una capa interna de epoxy-vidrio completa el proceso y el conjunto, con una capa de estera especial, es más tarde enfundado en un saco de polyteno. Por medio de vacío se pega la capa al molde y se deja fraguar la resina durante una noche. Se inserta una pesada malla de plástico para asegurar que no queden bolsas de aire en el interior del saco de polyteno.

Los bordes de la media hélice resultante se limpian cuidadosamente y las dos partes son luego unidas de nuevo con adhesivos epoxy para completar el rotor.

Se ajusta una costilla longitudinal de vidrio-epoxy reforzada con el fin de que en el momento de la unión final se refuerce la hélice y reduzca el riesgo de colapso.

El proceso es muy parecido a la construcción de barcos, esta es la causa por lo que la empresa está localizada en Southampton.

Las resinas epoxy no se emplean frecuentemente para unir madera pero se han elegido aquí porque cubren bien, están libres de solvente y son fuertes y compatibles con el proceso.

Se pueden mejorar las propiedades con la adición de relleno de cargas minerales o de harina de madera.

El resto consiste en preparar el enganche de la hélice antes de fijarla al eje.

El laminado en el enganche de la hélice se construye con más de 20 capas hasta llegar a los 100-150 mm (dependiendo del grueso de la hélice).

En primer lugar se ajusta una plantilla a la hélice y se taladra el tachón que está hecho con un diseño especial y se inserta y se une con una resina epoxy que contiene un refuerzo de fibra de carbón granulado.

Acabada la hélice se cubre el filo principal y la punta de un producto antiabrasivo, donde las gotas de lluvia pueden producir daños cuando la hélice esté girando.

Los métodos de corte y biselado son básicos. La empresa instalará pronto cortadoras guiadas por laser y se cambiará la unión en bisel por unión dentada, así se podrá preparar cada chapa en una sola operación.