

AVANCES SOBRE EL CIZALLE EN UNIONES DE *Pinus radiata* D. Don. Hernán Poblete W., Ing. Forestal, Dr. Cs. Forestales. Instituto Tecnología de Productos Forestales. U. Austral de Chile.

INTRODUCCION

Con el objeto de incorporar cada vez un mayor valor a los productos de madera y para entregar una mejor calidad, en Chile se están desarrollando nuevos productos, entre los cuales se encuentran los tableros enlistonados. Estos tableros, llamados también "blocks", están compuestos por tablillas de madera que se encuentran unidas por medio de un adhesivo. Se emplean como producto base para la fabricación de muebles y requieren de un control permanente de la calidad de las uniones producidas. Actualmente las normas utilizadas para efectuar este control son las normas alemanas DIN 68 602, "Evaluación de Adhesivos para Unir Maderas y Productos Derivados de Madera", y DIN 53 254, "Determinación de la Adhesión de Uniones Longitudinales por Cizalle".

Al examinar las normas DIN se observa que los valores de resistencia exigidos a las uniones, están referidos a los que se puedan obtener con madera de Haya (*Fagus sylvatica*). Debido a lo anterior se decidió comparar la resistencia de probetas sin la unión con las probetas normales. Ambos tipos de probetas fueron obtenidos de los mismos paneles. De esta manera se controlarían las diferencias existentes entre los adhesivos y se verificaría si las exigencias de la norma sirven para el caso del *Pinus radiata*, ya que no se conoce el comportamiento de esta madera luego de los tratamientos que exige la norma.

MATERIAL Y METODO

Para realizar este estudio se elaboraron tableros con madera de pino insigne con un contenido de humedad promedio de 9% al momento de ser encolada. Los tableros se fabricaron utilizando tres adhesivos de polivinil acetato (PVA) formulados para uso en exteriores, que comercializan tres firmas diferentes en el mercado nacional. El encolado y fraguado de los adhesivos se realizó en una planta comercial de blocks.

Los ensayos se realizaron de acuerdo con las normas ya citadas. En ellas se distinguen los siguientes grupos de calidad:

- B1 Para interiores secos
- B2 Para interiores húmedos (ej. cocinas, baños)
- B3 Para interiores con períodos cortos de alta humedad, (ej. puertas, ventanas, escalas)
- B4 En interiores con variaciones drásticas del ambiente y acción del agua (cabinas de duchas, instalaciones en piscinas). También para exteriores expuestos (ventanas, puertas, escalas, etc.).

Tomando en consideración las características de los adhesivos empleados en el presente estudio, se aplicó el método de evaluación para la clase B4. Las exigencias de resistencia para los distintos tratamientos de envejecimiento y una descripción de éstos se presenta en el Cuadro N°1.

CUADRO N° 1

TIPOS DE TRATAMIENTO Y RESISTENCIA MINIMA EXIGIDA POR DIN 68 602 TIPO B4

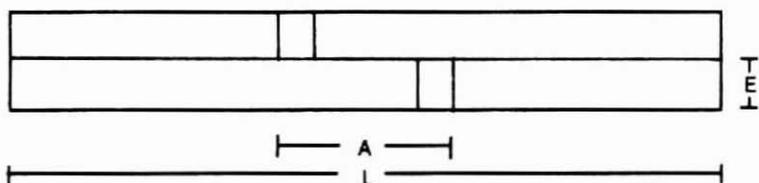
Exigencia (N/mm ²)	Tratamiento	
	N°	Características
> 10	1	7 días climatizado DIN 50 014
> 2	2	7 días climatizado DIN 50 014 4 días agua fría
> 4	3	7 días climatizado DIN 50 014 6 horas en agua hirviendo 2 horas en agua fría
> 8	4	7 días climatizado DIN 50 014 6 horas en agua hirviendo 2 horas en agua fría 7 días climatizado DIN 50 014

La forma de las probetas correspondió a la estipulada por la norma y se describe en la Figura N°1.

Las probetas se confeccionaron con la dirección de las fibras paralelas al eje mayor de la probeta. El corte transversal, ranura, se realizó con precisión hasta la línea de cola. Las probetas no presentaban nudos u otros defectos.

En el caso de las probetas sin unión, éstas se confeccionaron exactamente igual a las ya descritas y se sometieron a los mismos tratamientos de envejecimiento que considera la norma. El corte transversal se efectuó hasta el centro de la probeta, originando un plano de cizalle en el que no existe una unión con adhesivo. Las dimensiones de estas probetas fueron exactamente iguales a las con unión. El aspecto de la probeta sin unión quedó como se muestra en la Figura N°2.

Vista lateral



Vista de la cara



L: Largo total	150 +/- 1,0 mm
A: Ancho entre cortes	10 +/- 0,1 mm
E: Espesor de las tabillas	5 +/- 0,1 mm
D: Ancho de la probeta	20 +/- 0,1 mm

Figura N° 1 FORMA DE LAS PROBETAS

Vista lateral

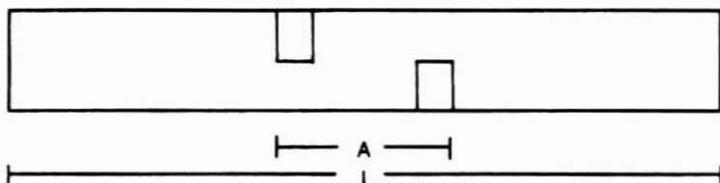


Figura N° 2 FORMA DE LA PROBETA SIN UNION

En total se ensayaron 200 probetas, 50 por cada tipo de adhesivo y 50 sin unión.

RESULTADOS

Un resumen de los resultados de los ensayos se presentan en el Cuadro N° 2. En general se observa que los paneles confeccionados con el adhesivo 1 cumplen con la norma en todos los tratamientos. El adhesivo 2 no cumple con los requisitos del primer tratamiento (10 N/mm²), por lo tanto estos tableros no podrían ser calificados para la clase B4. Lo mismo ocurre con el adhesivo 3, el cual falla en los últimos dos tratamientos.

Cuadro N° 2

**RESISTENCIA AL CIZALLE DE LOS DIFERENTES
TIPOS DE ADHESIVO Y DE LAS PROBETAS SIN UNION,
LUEGO DE LOS 4 TRATAMIENTOS EXIGIDOS POR LA NORMA DIN.
(N / mm²)**

Tratamiento	Adhesivo 1	Adhesivo 2	Adhesivo 3	Sin Unión
1 Promedio	10,61	8,97	11,05	11,06
Máximo	14,94	12,75	14,60	17,55
Mínimo	7,66	5,48	7,30	6,09
Desv. Estándar	1,931	1,467	1,952	2,837
2 Promedio	3,38	2,73	4,68	10,83
Máximo	5,73	4,59	9,69	15,92
Mínimo	1,73	1,27	2,03	5,32
Desv. Estándar	1,004	1,027	1,985	2,548
3 Promedio	5,67	4,48	3,33	10,37
Máximo	11,18	7,36	6,54	15,01
Mínimo	3,71	3,30	1,12	6,85
Desv. Estándar	1,849	1,028	1,438	2,026
4 Promedio	10,60	9,69	6,01	11,59
Máximo	14,25	16,18	10,04	19,22
Mínimo	6,95	4,16	2,43	5,68
Desv. Estándar	2,019	2,712	2,100	2,960

Al analizar los resultados obtenidos con las probetas sin unión se pudo determinar que al ser ensayadas según el tratamiento 1 (7 días de climatizado) la variabilidad de los resultados (desviación estándar 2.837) es mayor que la obtenida en las probetas con unión. Si se tiene presente que la resistencia promedio de las probetas sin unión es 11.06 N/mm², se verifica que la norma

exige un valor de cizalle que puede ser más alto que la resistencia de la madera de pino insigne. Lo anterior es importante ya que puede ocurrir que los paneles no cumplan con la norma por causa de la madera y no por falla de la unión. En esta situación podría encontrarse el adhesivo N° 2 de los ensayos.

Al someter las probetas a los tratamientos 2, 3 y 4 la madera de pino insigne sin unión da resistencias promedio y desviaciones estándar que permiten esperar que la madera cumpla con las exigencias de la norma.

Los resultados obtenidos en las probetas sin unión, demuestran que al controlar un panel de este tipo, si no se cumple con la norma en los tratamientos 2, 3 y 4 se trata de una falla atribuible al adhesivo.

Para poder hacer comparaciones entre los tratamientos se realizaron análisis de varianza, los que dieron los resultados que se presentan a continuación.

En el tratamiento 1 la muestra sin unión no es significativamente diferente de los adhesivos 1 y 3. El adhesivo 2 es significativamente diferente a los otros ensayos, con una resistencia más baja. Los adhesivos 1 y 3 no presentan diferencias significativas entre ellos.

En el tratamiento 2 el grupo sin unión es significativamente diferente al resto y registra los valores más altos de cizalle. Para un nivel de confianza de 0.01 el adhesivo 1 no presenta diferencias significativas con los adhesivos 2 y 3. El adhesivo 1 y el 3 presentan diferencias al nivel 0.05. El adhesivo 2 es diferente e inferior al 3.

En el tratamiento 3 la muestra sin unión es significativamente diferente y superior a las probetas con adhesivo. El adhesivo 3 es diferente e inferior a los adhesivos 1 y 2. Entre los adhesivos 1 y 2 existen diferencias al nivel de 0.01 pero son iguales a un nivel de 0.05.

En el tratamiento 4 las probetas sin unión dan resultados que no son significativamente diferentes al adhesivo 1. La muestra sin unión es diferente y mayor a los adhesivos 2 y 3. El adhesivo 3 es significativamente inferior a todos los otros tipos ensayados.



CONCLUSIONES

A modo de conclusiones se puede indicar que la norma DIN 68 602 en su tratamiento 1 presenta una exigencia que resulta ser muy alta para el caso del pino insigne.

Para poder determinar si la falla se produce por causa del adhesivo, sería conveniente realizar un examen de la adhesión por planos expuestos, como se efectúa en la norma británica BS 6566 para contrachapados.

Los valores de cizalle obtenidos luego de los tratamientos 2 y 3 de la norma DIN demuestran que no habría inconvenientes para evaluar los resultados ya que la madera prácticamente no se ve afectada por el tratamiento, mientras que las uniones con adhesivo descienden a menos de un 50% de la resistencia original.

El tratamiento 4 de la norma tiene una exigencia de 8 N/mm² lo que da un cierto margen de seguridad para atribuir las fallas al adhesivo antes que a la madera. Para este caso también resulta recomendable la aplicación de un test de falla del plano expuesto.

Adicionalmente se pudo constatar que existen diferencias entre los adhesivos de PVA que se estudiaron y que algunos de ellos dan resultados iguales a los de la madera cuando la determinación se efectúa luego de un climatizado, sin tratamiento de envejecimiento.

RECONOCIMIENTOS

Para este trabajo se contó con la colaboración de la empresa Aserraderos Aragón S.A., a través del Ingeniero Sr. K. Hellemann, y del Sr. Luis Inzunza D., Técnico Forestal del Instituto de Tecnología de Productos Forestales de la Universidad Austral de Chile, quien preparó y realizó las determinaciones de laboratorio.

NORMAS CITADAS

BS 6566. 1985. British Standar. Plywood. Part 8. Specification for bond performance of veneer plywood. pp.7-9.

DIN 68 602. 1988. Beurteilung von Klebstoffen zur Verbindung von Holz und Holzwerkstoffen. Holzfasserplatten, Spanplatten, Sperrholz. DIN-Taschenbuch. BEUTH Verlag. Berlin. pp. 100-101.

DIN 53 254. 1987. Prüfung von Holzklebstoffen. Bestimmung der Klebfestigkeit von Längsklebung im Scherversuch. Normenausschuss Holzwirtschaft und Möbel (NHM) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN. 6 p.

