

# Curvado de piezas de madera unidas a tope para asientos

Por: Martín Sarkán  
Ingeniero de Montes  
Escuela Superior Forestal de Zvolen, Checoslovaquia

---

## INTRODUCCION

La fabricación con madera maciza curvada tiene una gran tradición en Checoslovaquia, destinada fundamentalmente a sillas o muebles de asiento y gozan de cierta fama debido a su alta calidad.

Para su fabricación se precisa utilizar sólo madera maciza de calidad superior, particularmente de *Fagus Sylvática*.

Como la calidad de la madera es baja, debemos buscar otras posibilidades para utilizar también trozas que, teniendo la calidad suficiente, no conviene a la fabricación de sillas por sus dimensiones.

Después del inventario de bosques en Checoslovaquia en 1970 (1, 2), se ha elaborado un proyecto para tener conocimiento del stockage de *Fagus Sylvática* y si esta base es suficiente para la fabricación de muebles de asiento. Los autores han observado que ésta no es suficiente y se está trabajando para equilibrar los stocks a las necesidades.

Por ejemplo, los autores de la obra, Palovic y Krutel (3), han buscado una solución en el terreno de la primera división de troncos especializado en piezas de buena calidad para la fabricación de mueble curvado. Desde el punto de vista de utilización de otras coníferas

se pueden encontrar otros trabajos realizados (4 y 5). Bunimovic (6), ha hecho ensayos utilizando dos piezas de madera maciza, ligeramente curvadas, unidas a tope para la producción de pies de sillas. Asimismo, el arquitecto danés Gammelgard (33) ha creado una silla construida de muchas piezas de madera maciza mediante uniones dentadas. Ambos autores habían utilizado piezas unidas después del curvado.

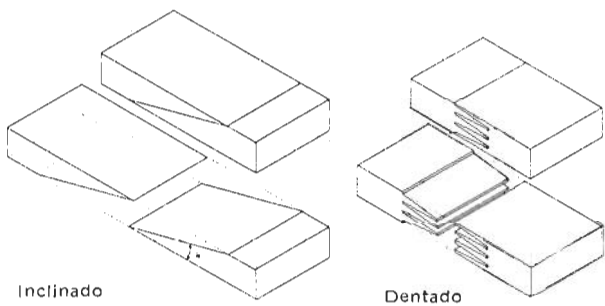
## II. PROGRAMA DE ENSAYOS

En el cuadro de este estudio presentamos, sin embargo, otra solución aplicando el ensamblado de piezas curvas en uniones dentadas, antes de su proceso de plastificación. Hemos hecho ensayos en el asiento curvado.

### 1. Procedimiento de ensayo

Se ha desarrollado el método siguiente:

- Utilizando el método teórico de dimensionamiento de la madera. Se ha calculado el despiece de presiones en la silla y sobre todo en el asiento.
- Comprobación de las tensiones para la localización de los puntos de ensamblaje.



— Ensayos de ensamblaje por uniones a tope inclinadas y dentadas.

— Plastificaciones y curvado de piezas unidas en flexión en los planos paralelo y perpendicular.

— Ensayos de propiedades mecánicas del asiento.

## 2. Cálculo teórico: Identificación de los puntos de ensamblaje por medio de los ensayos

Para hacer saber dónde se puede poner el ensamblaje debemos, antes que nada, calcular desde el punto de vista estático, las presiones máximas en las secciones del asiento (figura 3). Para el cálculo hemos previsto que dimensiones de las secciones son siempre fijas y presentan una anchura de 20 mm y altura de 29 mm.

Hemos utilizado el estándar checoslovaco (CSN 91.0011) para conocer las cargas.

### 2.1. Métodos de ensayo mecánicos

#### A) Ensayo de ensamblaje del respaldo

Se ha supuesto sobre el fondo de la silla una carga repartida de 70 kg. Pensando en la simetría de la construcción podemos suponer lados y conlleva en el centro del lateral una carga de 35 kg. El lateral presenta una pieza fijada sobre los pies traseros. La presión máxima se ha calculado utilizando el método energético.

#### B) Ensayo del fondo sobre su guarnición

Para comprobar la influencia de los choques debemos multiplicar la carga estática por dos. Entonces suponemos que el asiento está cargado por efecto del peso de 200 kg. ejercido en el centro. La parte curvada del asiento presenta una pieza continua de tres uniones. Para

calcular el despiece de las presiones hemos utilizado la fórmula de los tres momentos.

#### C) Ensayo de los ensamblajes (patas, asiento) en el sentido lateral y de profundidad

##### Ca) Sentido lateral

En el sentido lateral se ha dispuesto sobre el fondo una carga de 70 kg. y en el lateral se ejerce una fuerza de 200 N.

##### Cb) Sentido de la profundidad

En este sentido se ha dispuesto sobre el asiento una carga de 70 kg. y el peso de 200 N ejerce en el centro de la transversal delantera.

En ambos casos, después de la acción de la carga vertical, suponemos que el asiento presenta una pieza continua de 3 divisiones. A la puesta en carga horizontal suponemos el asiento con un cuadrado fijo de un estado estático incierto. Las presiones máximas las calculamos utilizando la teoría energética.

## III. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ENSAMBLAJE

Para la verificación del ensamblaje de las piezas se han decidido dos tipos: inclinado y dentado.

### 1. Ensamblaje inclinado

Las probetas de Fagus Sylvática, de dimensiones  $20 \times 30 \times 690$  mm, estaban en un primer estado de humedad del 13 %. Para el encolado se ha utilizado fenol —resorcina FR-63—, resistente al agua y a la humedad. Una pieza completa contiene dos piezas similares. Antes de la plastificación estamos en condiciones de obtener la humedad de la madera en un 30 %.

Para vaporizar hemos utilizado vapor con una temperatura de 100 a 105 °C, con una presión de  $10^{-2}$  a  $3 \cdot 10^{-2}$  MPa durante 60 minutos. El curvado se aplicó en una máquina de fabricación checa con un radio de curvatura de 240 mm. El secado de las piezas curvadas se hizo en una cabina de secado artificial, a una temperatura de  $103 \pm 2$  °C, durante 36 horas, para pasar de 4 a 7 días posteriormente a 20 °C. Al final se hicieron los ensayos de resistencia del ensamblado en flexión. Después de tener la comparación de la resistencia de la unión y la

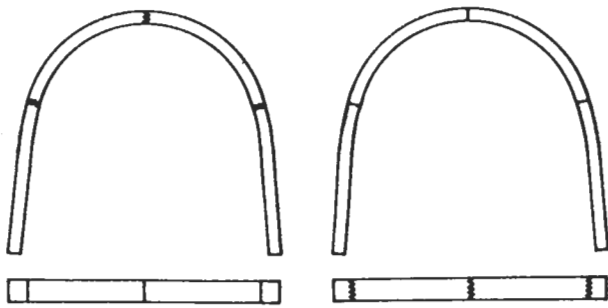


Fig. 1. Flexión en el plano paralelo.

Fig. 2. Flexión en el plano perpendicular.

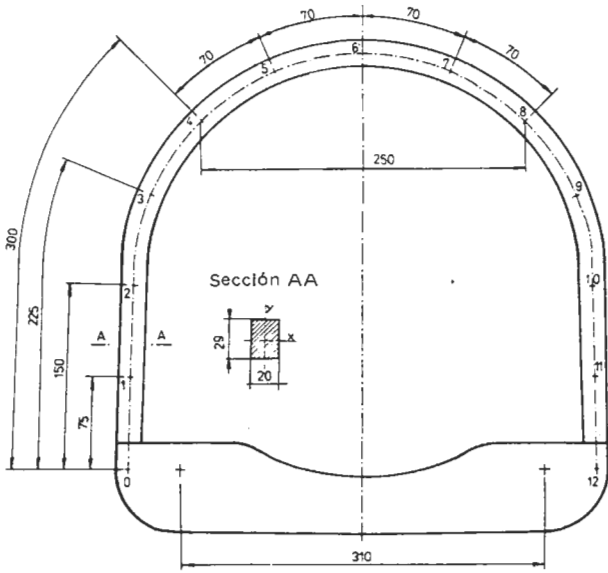


Fig. 3. Modelo de situación de las Secciones.

madera sin ella, obtenemos la eficacia de cada clase del ensamble o la resistencia relativa de cada clase de unión. Se ha obtenido una eficacia del 82 %. Una desventaja de este ensamblaje está en su longitud, por lo que no es recomendable en la práctica.

## 2. Uniones dentadas

Las mismas probetas, con dimensiones de 20 × 40 × 280 mm., se han condicionado a una humedad de 15 %. En cada unión-cabeza se han fresado las entalladuras con una longitud diferencial de 4, 10 y 20 mm., fabricados en el estandar ON 490251.

Después se ha aplicado la cola FR-63 a ambas cabezas. La parte trasera del asiento se compone de 4 piezas idénticas. Al final se verifica la resistencia a flexión de las piezas encoladas y de la madera sin encolar.

Las eficacias de los ensambles han sido las siguientes:

Longitud 4 mm.....	eficacia 36 %
Longitud 10 mm.....	eficacia 70 %
Longitud 20 mm.....	eficacia 78,5 %

## IV. OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

Las presiones máximas, en las secciones analizadas por las variadas posibilidades de cargas, se presentan en el gráfico n.º 4. Si conocemos el despiece de las tensiones y las tensiones máximas, es preciso analizarlas por tensiones relativas, tal como se comprueba en el gráfico n.º 5. Si, por ejemplo, indicamos en el diagrama la resistencia relativa de la unión dentada, con longitud de 20 mm. (que presenta el 78,5 %), podremos marcar la parte del asiento donde se puede ubicar la unión. Esto

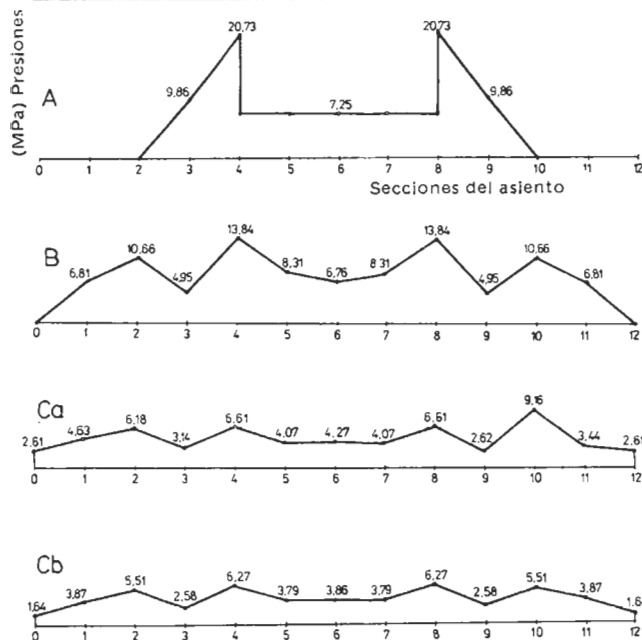


Fig. 4. Desarrollo de Valores de Presiones máximas en las secciones observadas con las cargas descritas anteriormente.

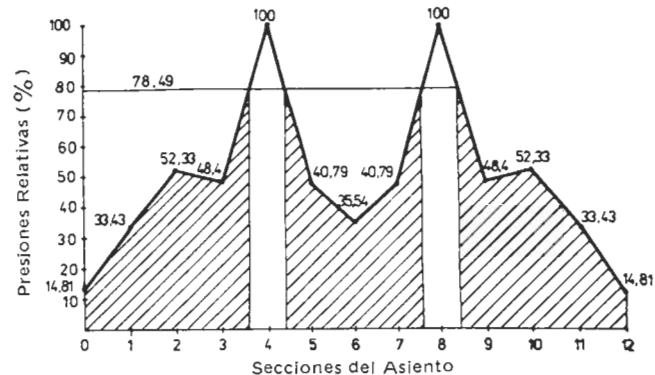


Fig. 5. Desarrollo de Presiones relativas máximas en las secciones descritas del asiento.

corresponde a la superficie sombreada de la figura 5.

Las tensiones máximas están, por tanto, concentradas alrededor de los puntos 4 y 8, es decir, donde se ajustan normalmente las patas traseras de las sillas. De acuerdo con la figura 4, la carga  $C_a$ , donde la tensión es máxima, está situada en el punto 10, en el centro del lateral del asiento, pero su valor no sube nada la tensión de rotura en flexión de la madera estudiada.

Se puede constatar que el ensamblaje de piezas no se puede situar al lado de los puntos n.º 4 y 8. Además de que en esas secciones tenemos necesidad de efectuar taladros de unión en las patas traseras. Esto significa que para la fabricación de la silla con el asiento de muchas piezas, en la práctica se pueden utilizar piezas cortas alrededor de  $1/4$  de la longitud de la base del asiento. Finalmente, hemos verificado nuestro método en la práctica.

### Verificación práctica

En las condiciones anteriores se han fabricado 23 piezas de asientos curvados, ensamblados en sus cabezas mediante dentados de longitud 20 mm., vaporizado y curvado con la banda.

Posteriormente se ha completado la silla hasta su terminación. Finalmente han instalado los asientos en la construcción de la silla tipo n.º 1.356 de la producción de una fábrica en Eslovaquia. Hemos examinado 5 tipos en nuestro Instituto de Investigación de la Madera en Bratislava, para saber su conveniencia. Después de los ensayos han encontrado satisfactorias las cinco sillas.

## V. CONCLUSION

Nuestro método se puede utilizar en la práctica con buenos resultados.

Se tiene la posibilidad de construir asientos curvados con piezas unidas antes del proceso de curvado. Para su utilización se precisan cumplir los cuatro requisitos siguientes:

- Calcular las zonas donde hay tensiones mínimas.
- Utilizar la unión de testas dentadas con longitud de 20 mm.
- Emplear cola resistente al agua y a la humedad.

— Es preciso curvar en el plano perpendicular de la unión.

## BIBLIOGRAFIA

1. ZUARA, J.: "Desarrollo de la producción y consumo de dentados en la fabricación del mueble". Estudio. Bratislava. Instituto de la Investigación de la Madera. 1973.
2. INCOMMH: "Supuestos del desarrollo de la producción y consumo de dentados para *Fagus Sylvatica*, para 1990, en Checoslovaquia". 1974
3. PALOVIV, J., y KRUTEL, F.: "Ingerencia de la calidad de la madera de *Fagus Sylvatica*, a propósito de los dentados en la fabricación del mueble". Artículo. Zvolen. Facultad de la Madera. Escuela Superior Forestal y de la Madera, 1968.
4. PLESKO, J., y SOCHOR, M.: "Compensación del *Fagus* con otras esencias en la producción del mueble curvado". Artículo. Instituto de Investigación de la Madera. Bratislava, 1973.
5. HALGAS, A., y COM.: "Desarrollo de la aplicación técnica del curvado y la formación de la madera maciza". Artículo. Instituto de Investigación y Desarrollo de la Madera y el Mueble. Bratislava, 1971.
6. BUMMOVC, L. D.: "Deveroobraty prommu j. Slennort". Artículo. P. 28. Vajus Caja, n.º 3, 1973.
7. "Design fromm Escandinavia", n.º 5, p. 27. Artículo.

## Continuación del DIRECTORIO COMERCIAL

(viene de la página 40)

RUGASA, S. L.  
Avenida de San Miguel, 26. Iscar (Valladolid).  
TALLER DE CARPINTERIA BENITO, S. A.  
Avenida del Pardo Navia (Asturias).  
ZORROZA. INDUSTRIAS DE LA MADERA, S. C. L.  
Carretera Zorroza a Castrejuna, 77.  
Teléfono (94) 441 85 98  
48013 Bilbao

### VIVIENDAS DE MADERA

M. K. PROMOCIONES EN MADERA, S. A.  
Pau Alcover, 84-2.º  
08017 Barcelona