

## **Determinación de la Resistencia a Compresión Paralela a la Fibra en Testigos de Madera de Álamo clon Conti 12**

Nicolás Cortizo<sup>a</sup>, Ignacio Guarino<sup>a</sup>, Esteban Hernández<sup>a</sup>, Fernando Quiroga<sup>a</sup>, Cristian Balastegui<sup>a</sup>,  
Diego Debernardi<sup>a</sup>, Hugo Reviglio<sup>a</sup>, Cristian Bay<sup>a</sup>, Ricardo Bassotti<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Grupo GEDEC, Facultad Regional San Rafael, Universidad Tecnológica Nacional, Av. Urquiza 314,  
5600 San Rafael, Mendoza, Argentina  
nicocortizo@gmail.com

**Resumen.** La madera de álamo en general reúne condiciones adecuadas para ser destinada como material de construcción de diversos elementos estructurales. A pesar de la aptitud de uso en general de los álamos, la gran cantidad de especies y clones presentes en la región, requiere el estudio de sus características físico-mecánicas. Uno de los aspectos básicos y de gran importancia para establecer la aptitud de la madera, es el conocimiento de estas características. En este trabajo se muestran resultados obtenidos de resistencia a compresión paralela a la fibra en ensayos realizados a 35 probetas de madera de álamo Conti 12, de sección transversal completa de 50 mm x 50 mm, siguiendo los lineamientos de la norma IRAM 9663. Además, con el fin de verificar la aplicabilidad de la expresión de la norma IRAM 9664, se determina el valor característico de la resistencia a la compresión paralela a partir de los resultados obtenidos en pruebas a flexión de los mismos testigos.

**Palabras Clave:** compresión, madera, álamo, Conti 12.

### **1 Introducción**

En la provincia de Mendoza, la madera de álamo es la especie forestal cultivada de mayor difusión y con una gran experiencia en su cultivo y en su industrialización. La madera de álamo en general reúne las condiciones necesarias para ser utilizada como elemento estructural en construcciones de madera. Pero a pesar de su aptitud de uso estructural, la gran cantidad de especies y clones presentes en la región, requiere el estudio de sus características físico – mecánicas en los elementos aserrados obtenidos de su industrialización. Uno de los aspectos básicos y de gran importancia para establecer la aptitud de la madera, es el conocimiento de estas características. En este trabajo se muestran resultados de la resistencia a compresión paralela a la fibra de testigos del clon Conti 12 estudiados en la región.

Para el ensayo se siguen los lineamientos de la norma IRAM 9663, la que describe el proceso de rotura a compresión paralela a la fibras, y especifica las dimensiones necesarias de las muestras para ser lo suficientemente cortas y así evitar que se produzca el pandeo general de la pieza durante el ensayo, relacionando el largo de la misma con su menor dimensión.

La norma IRAM 9664 presenta una expresión para determinar la resistencia a compresión paralela a las fibras a partir de la resistencia característica en flexión. Considerando que la expresión de esta norma para determinar la resistencia a la compresión es común para cualquier especie, y que además es de aplicación en el caso de no contarse con ensayos de probetas de dimensiones reales de utilización, se considera menester realizar ensayos que permitan verificar la precisión de los valores determinados por esta expresión.

### **2 Objetivo**

Determinar la capacidad de resistencia a compresión paralela a la fibra de probetas de la madera de álamo y comparar el valor característico de resistencia a compresión obtenido con la correlación que plantea la norma IRAM 9664 a partir de la resistencia a flexión obtenida en ensayos previos sobre probetas provenientes de la misma madera.

### **3 Material y Métodos**

Para la obtención de las muestras a ensayar se procedió a la tala de cuatro álamos clon Conti 12. Dos árboles provenientes de una finca localizada en la zona denominada Capiz, en el departamento de San Carlos y los otros dos de otra finca de la zona denominada La Primavera, del departamento de Tunuyán. Los árboles presentaron presencia de poda hasta los 8 m de altura y un diámetro a la altura de pecho (DAP) promedio de 30 cm, con una edad entre 10 y 12 años. El peso promedio de cada árbol resultó de 700 kg.

En ambos árboles, las prácticas silviculturales y las edades de corte fueron representativas de la población. Luego de secada, la madera se entregó aserrada en alfajías y tablas de distintas escuadrías (2x4, 1x4 y 1x5).

De las 60 alfajías que se ensayaron a flexión, luego de su correspondiente clasificación visual, se aserraron las probetas para el ensayo a la compresión paralela a la fibra de 35 testigos provenientes de 35 de ellas. Estos testigos fueron obtenidos fuera de la luz de flexión.

De acuerdo a las proporciones que establece la norma IRAM 9663 se confeccionaron probetas de sección transversal completa de 50 mm de lados y 300 mm de longitud. Se ensayaron 35 probetas del clon Conti 12 seleccionadas de manera tal que cumplieran con los requisitos de la norma respecto a la presencia de defectos. Se despreciaron aquellas piezas que presentaban ataque de insectos.

El procedimiento de ensayo se realizó según norma IRAM 9663. De cada probeta se determinaron las dimensiones geométricas previas al ensayo con una precisión de 0,1 mm utilizando un calibre digital.

Se controló que los lados fueron paralelos entre sí y perpendiculares al eje de la probeta y se registraron los defectos con los que contaba cada testigo.

La carga se aplicó en una prensa hidráulica a velocidad constante que permitiera llegar a la rotura en un tiempo de  $300 \text{ s} \pm 120 \text{ s}$ , rango que prescribe la norma. Además se aseguró que la probeta estuviera perfectamente centrada con el cilindro de carga y alineada con el mismo.

La determinación de la resistencia a la compresión ( $f_{c,0}$ ) se obtuvo para cada probeta mediante la ecuación siguiente:

$$f_{c,0} = \frac{P_{\text{máx.}}}{A}$$

Donde:  $P_{\text{máx.}}$ : es la carga máxima en Newtons.

$A$ : es el área de la sección transversal en milímetros cuadrados.

## 5 Resultados

### 5.1 Resistencia a la Compresión Paralela a las Fibras

Los resultados obtenidos en los ensayos a compresión descriptos anteriormente para las 35 probetas, se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Valores obtenidos para la Resistencia a Compresión Paralela a las Fibras

Probeta N°	Designación Testigo	Sección [mm <sup>2</sup> ]	Carga Máxima [N]	Resistencia a Compresión // a la fibra [N/mm <sup>2</sup> ]
1	B6-39	2432	73820	30
2	D3-48	2492	91130	37
3	A3-11	2307	84920	37
4	A5-18	2518	94570	38
5	A4-15 (A)	2403	55760	23
6	A5-19 (C)	2448	88720	36
7	A6-24	2449	117650	48
8	A5-19 (A)	2527	106330	42
9	D4-53 (B)	2399	83300	35
10	A2-05 (A)	2616	97640	37
11	A3-08	2441	78820	32
12	A4-15 (B)	2491	69370	28
13	A2-04 (C)	2193	65780	30
14	A4-15 (C)	2539	93000	37
15	A6-22	2496	110100	44

**Tabla 1 cont.** Valores obtenidos para la Resistencia a Compresión Paralela a las Fibras

Probeta N°	Designación Testigo	Sección [mm <sup>2</sup> ]	Carga Máxima [N]	Resistencia a Compresión // a la fibra [N/mm <sup>2</sup> ]
16	A2-05 (B)	2315	98160	42
17	A6-23	2493	90400	36
18	A6-21	2515	94740	38
19	A2-04 (A)	2418	98340	41
20	A2-04 (B)	2080	86910	42
21	A7-25	2489	105490	42
22	A2-01	2571	92860	36
23	A5-19 (B)	2433	93540	38
24	A3-12	2347	93070	40
25	B1-30 (A)	2357	75740	32
26	B1-30 (B)	2235	74890	33
27	B1-31	2387	80800	34
28	B8-41	2388	110480	46
29	C3-44	2568	91060	35
30	C3-45	2556	76450	30
31	D3-50	2509	91410	36
32	D4-52	2535	87150	34
33	D4-53 (B)	2395	105510	44
34	D7-57	2468	120060	49
35	D6-55	2508	110850	44

En la Tabla 2 se resumen los resultados del análisis estadístico de los valores de resistencia a la compresión paralela a las fibras obtenidos a partir de los resultados precedentes.

**Tabla 2.** Valores estadísticos de la Resistencia a Compresión Paralela a las Fibras

Valor Mínimo	Valor Medio	Valor Máximo	Desviación Estándar	Percentil 0,05
23	37	49	5,75	29,28

### 5.1 Análisis de la Ecuación entre la Resistencia a Flexión y la Resistencia a Compresión Paralela a la Fibra

La norma IRAM 9664 propone expresiones para determinar, a partir de la resistencia característica en flexión ( $f_{b,k}$ ), los valores para la resistencia entre los distintos esfuerzos. Para el caso de la resistencia a la compresión paralela a las fibras ( $f_{c,0}$ ), propone la siguiente ecuación:

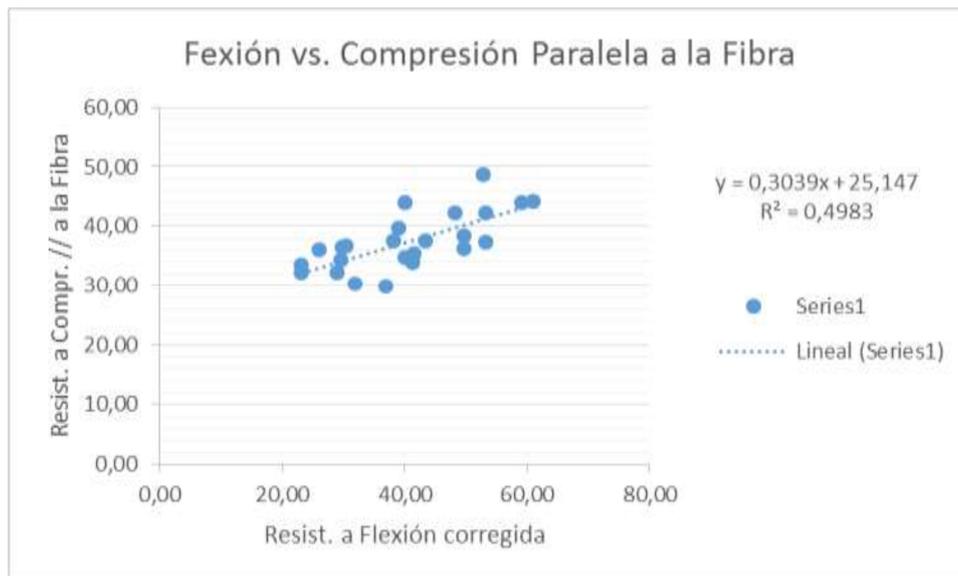
$$F_{c,0,k} = 5 \cdot (F_{b,k})^{0,45}$$

La tabla 3 presenta la comparación entre los valores determinados por aplicación de la ecuación que propone la norma a partir de la resistencia a flexión corregida para un contenido de humedad del 12% y una altura de referencia de 150 mm, y los obtenidos experimentalmente en los ensayos a la compresión paralela a la fibra realizados.

**Tabla 3.** Comparación de la Resistencia a Compresión Paralela a las Fibras según Percentil 0,05

<b>fb,k [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>fc,0 según ec. IRAM 9664 [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>fc,0 según ensayos [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>Diferencia [%]</b>
<b>23,14</b>	<b>20,56</b>	<b>29,28</b>	<b>29,8</b>

En el gráfico de la Figura 1 puede observarse la comparación precedente entre los valores determinados por aplicación de la ecuación que propone la norma y los obtenidos experimentalmente en los ensayos a la compresión paralela a la fibra realizados y un ajuste por mínimos cuadrados de la ecuación posible.



**Fig. 1:** Correlación entre las Resistencias a Flexión y Compresión paralela a la fibra

## 6 Conclusiones

De los resultados del presente informe pueden visualizarse los siguientes comportamientos:

- La ecuación que propone la norma IRAM 9664 no necesariamente se ajusta al comportamiento de todas las especies. Para el caso particular de las muestras ensayadas presenta un error del 29,8 % respecto a los valores de los ensayos realizados, lo es considerable.
- Para las muestras ensayadas se puede tomar un valor característico de resistencia a compresión paralela a la fibra de 29,28 N/mm<sup>2</sup>.
- Se considera que se debe continuar con los ensayos realizados para obtener mayores y mejores conclusiones.

## Referencias

1. IRAM 9663, 2011. "Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural - Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas". Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires, Argentina.
2. IRAM 9664, 2011. "Madera estructural - Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y la densidad". Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires, Argentina.