

## EVALUACIÓN DE ELEMENTOS DE MADERA DE PINO SILVESTRE DE PEQUEÑA ESCUADRÍA SOMETIDOS A COMPRESIÓN LONGITUDINAL A LAS FIBRAS

<sup>1</sup>Nuria Llauradó Pérez; <sup>1</sup>M<sup>a</sup> Nieves González García; <sup>1</sup>Inmaculada Martínez Pérez;  
<sup>1</sup>Tamara del Pozo Fernández-Quejo

<sup>1</sup> E.T.S. de Edificación. Universidad Politécnica de Madrid

**Palabras Clave:** Madera, Construcción, Esfuerzo de Compresión, Deformación.

Tradicionalmente se admite que el diagrama tensión deformación de una pieza de madera sometida a un esfuerzo de compresión longitudinal a la fibra hasta su rotura experimenta una primera fase lineal seguida de otra en la cual se pierde la linealidad y se pierde rigidez hasta alcanzar la tensión máxima. A la rotura se llega después de grandes deformaciones durante las cuales no se produce una gran disminución en el valor de la máxima tensión alcanzada [1]. Este tipo de sollicitación sucede con frecuencia en edificación en casos como, por ejemplo, apeos y apuntalamientos.

En este trabajo se analiza el comportamiento a compresión de piezas de madera de pino silvestre de pequeña escuadría sometidas a un esfuerzo de compresión longitudinal a las fibras. Se han obtenido las propiedades mecánicas asociadas a este tipo de sollicitación, se ha comprobado qué correlaciones pueden emplearse con éxito y se ha comprobado el ajuste de los valores obtenidos con los estimados por las normas de clasificación visual y resistente de la madera en uso.

Para ello se han ensayado a compresión en sentido longitudinal a la fibra y hasta rotura 11 piezas de madera de pino silvestre de pequeña escuadría de 27x140x300mm. Los ensayos se han realizado en la prensa de ensayos universal, marca IBERTEST, modelo MIB-60/AM, que utiliza el software Wintest 32. Las tablas ensayadas son ME1 según clasificación visual de UNE 56544 [2] y clasificación mecánica C27 según UNE-EN 1912 [3].

Después del ensayo a compresión hasta rotura se han obtenido: Tensión de rotura, módulo de elasticidad, deformación máxima, deformación última, densidad de energía de deformación máxima, densidad de energía de deformación última, ductilidad en términos de deformación, ductilidad en términos de densidad de energía y densidad.

### ANÁLISIS DE LOS VALORES OBTENIDOS

La media de los valores de la tensión de rotura ha sido de 39,66 MPa y la media de los módulos de elasticidad de 7258 MPa. Si se comparan estos valores con los estimados por la norma UNE-EN 338 [4] en función de la clasificación visual de la madera (22 MPa para la tensión de rotura y 11500 MPa para el módulo de elasticidad), se puede afirmar que la norma es

conservadora cuando se trata de estimar los valores de tensión de rotura y queda del lado de la inseguridad cuando estima los valores del módulo de elasticidad. En este punto hay que tener en cuenta que el valor de la tensión de rotura estimado por la norma es un valor característico, que se ha comparado con un valor medio experimental. Para la densidad, se ha obtenido experimentalmente un valor medio de  $510 \text{ kg/m}^3$ , mientras que la norma predice un valor medio de  $450 \text{ kg/m}^3$ , un 13% inferior.

Así mismo se han obtenido las correlaciones entre las propiedades mecánicas estudiadas y sus correspondientes coeficientes, analizando las correlaciones entre las siguientes variables: Módulo de elasticidad y tensión de rotura; módulo de elasticidad y densidad; tensión de rotura y densidad; ductilidad en términos de deformación y ductilidad en términos de energía; módulo de elasticidad y ductilidad en términos de deformación; módulo de elasticidad y ductilidad en términos de energía; tensión de rotura y ductilidad en términos de deformación; tensión de rotura y ductilidad en términos de energía. (Tabla 1)

Del análisis de la tabla 1 se pueden obtener las siguientes conclusiones:

La mejor correlación se obtiene entre la ductilidad evaluada en términos de deformación y la ductilidad evaluada en términos de energía de deformación, coeficiente de determinación muy elevado ( $R^2=0,90$ ).

Existe buena correlación entre el módulo de elasticidad y la tensión de rotura ( $R^2=0,68$ ).

Los coeficientes de determinación obtenidos entre el módulo de elasticidad o la tensión de rotura con la ductilidad son muy similares, oscilando entre los valores 0,42 y 0,49.

No existe correlación entre la densidad y el resto de las variables estudiadas.

## REFERENCIAS

- [1] Argüelles R. Cálculo de estructuras de madera AITIM Madrid. 1969
- [2] AENOR, UNE-EN 56544:2011. Clasificación visual de la madera aserrada para uso estructural. Madera de coníferas. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid.
- [3] AENOR, UNE-EN 1912:2012/AC:2013. Madera estructural. Clases resistentes. Asignación de calidades visuales y especies. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid.
- [4] AENOR, UNE-EN 338:2010 ERRATUM:2011. Madera estructural. Clases resistentes. Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid.

**Tabla 1: Ecuac. de las rectas de regresión y coeficiente de correlación**

Variables	Recta de Regresión	R <sup>2</sup>
E - $\sigma$ máx	$E = 82,047 \sigma \text{ máx} + 4003,559$	0,684
E - $\rho$	$E = 16,171 \rho - 992,971$	0,340
$\Sigma$ máx - $\rho$	$\sigma \text{ máx} = 0,104 \rho - 13,346$	0,138
$\epsilon_u \epsilon \text{ máx.} - A_u A \text{ máx.}$	$\epsilon_u / \epsilon \text{ máx.} = 0,44 A_u / A \text{ máx.} + 0,84$	0,902
E - $\epsilon_u \epsilon \text{ máx.}$	$E = -614,922 \epsilon_u / \epsilon \text{ máx.} + 8677,531$	0,449
E - $A_u A \text{ máx.}$	$E = -295,508 A_u / A \text{ máx.} + 8243,536$	0,483
$\sigma \text{ máx} - \epsilon_u \epsilon \text{ máx.}$	$\sigma \text{ máx} = -6,446 \epsilon_u / \epsilon \text{ máx.} + 54,545$	0,486
$\sigma \text{ máx} - A_u A \text{ máx.}$	$\sigma \text{ máx} = -2,791 A_u / A \text{ máx.} + 48,972$	0,424
$\rho - \epsilon_u \epsilon \text{ máx.}$	$\rho = -14,213 \epsilon_u / \epsilon \text{ máx.} + 543,029$	0,185
$\rho - A_u A \text{ máx.}$	$\rho = -5,495 A_u / A \text{ máx.} + 528,544$	0,128