

# EVALUACIÓN DE ELEMENTOS DE MADERA DE PINO INSIGNE DE PEQUEÑA ESCUADRÍA SOMETIDOS A COMPRESIÓN TRANSVERSAL A LAS FIBRAS

<sup>1</sup>M<sup>a</sup> Nieves González García; <sup>1</sup>Nuria Llauradó Pérez; <sup>1</sup>Isabel Prieto Barrio; <sup>1</sup>José Luís Gallego Guisado

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

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

En este trabajo se realiza un estudio del comportamiento de piezas de madera de pino radiata (conocido comercialmente como pino insigne) de pequeña escuadría sometidas a un esfuerzo de compresión transversal a las fibras con objeto de obtener las propiedades mecánicas asociadas a este tipo de sollicitación, comprobar qué correlaciones pueden emplearse con éxito y analizar el ajuste de los valores obtenidos con los estimados por las normas de clasificación visual y resistente de la madera en uso.

Se han ensayado a compresión, en sentido transversal a la fibra y hasta rotura, 10 piezas de madera de pino insigne de pequeña escuadría de unas dimensiones aproximadas de 26x150x160mm. Los ensayos se han realizado en prensa de ensayos universal, marca IBERTEST, modelo MIB-60/AM, que utiliza el software Wintest 32. Las tablas ensayadas son ME1 según la clasificación visual de UNE 56544 [1] y les corresponde una clasificación mecánica C24 según UNE-EN 1912 [2].

Después del ensayo a compresión hasta rotura se han obtenido: Tensión de rotura, módulo de elasticidad, deformación máxima (correspondiente a la tensión de rotura), deformación última (correspondiente a la del agotamiento del material), densidad de energía de deformación máxima (área encerrada por el diagrama tensión deformación hasta el punto de tensión máxima), densidad de energía de deformación última (área total encerrada por el diagrama tensión deformación), ductilidad en términos de deformación (obtenida como el cociente entre la deformación última y la deformación máxima), ductilidad en términos de densidad de energía (obtenida como el cociente entre la densidad de energía última y la densidad de energía máxima) y densidad.

## ANÁLISIS DE LOS VALORES OBTENIDOS

La media de los valores de la tensión de rotura ha sido de 7,43 MPa y la media de los módulos de elasticidad de 419,23 MPa. Si se comparan estos valores con los estimados por la norma UNE-EN 338 [3] en función de la clasificación visual de la madera (2,5 MPa para la tensión de rotura y 370 MPa para el módulo de elasticidad) se puede afirmar que los valores estimados por el conjunto de normas UNE utilizadas quedan muy del lado de la seguridad cuando se estima la resistencia a rotura. Hay que tener en cuenta que las normas predicen un valor característico y este valor se ha comparado con el valor medio obtenido experimentalmente. Aun así el menor valor de tensión de rotura obtenido en los ensayos ha sido de 5,68 MPa, que supera en más del

doble al estimado por las normas. Si se analizan los valores del módulo de elasticidad perpendicular a la fibra, se puede afirmar que de nuevo los valores estimados por las normas UNE quedan un 13% del lado de la seguridad.

A continuación se han obtenido las correlaciones entre las propiedades mecánicas estudiadas y sus correspondientes coeficientes. Se han analizado 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.

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

La mejor correlación se obtiene cuando se relacionan las densidades de energía de deformación en términos de energía y en términos de deformación ( $R^2 = 0,98$ ).

La correlación entre el módulo de elasticidad y la densidad también es muy alta ( $R^2 = 0,87$ ). En el caso del pino silvestre también se obtuvo un buen resultado en esta correlación, aunque inferior ( $R^2 = 0,63$ ).

Tabla 1: Ecuaciones de rectas de regresión y coeficiente de correlación

Variables	Recta de Regresión	$R^2$
E - $\sigma$ máx	$E = 43,817 \sigma \text{ máx} + 93,542$	0,484
E - $\rho$	$E = 2,692 \rho - 1159,246$	0,873
$\Sigma$ máx - $\rho$	$\sigma \text{ máx} = 0,024 \rho - 6,683$	0,277
$\epsilon_u \epsilon$ máx. - Au A máx.	$\epsilon_u/\epsilon \text{ máx.} = 0,397 \text{ Au/A máx.} + 0,945$	0,984
E - $\epsilon_u \epsilon$ máx.	$E = 6,385 \epsilon_u/\epsilon \text{ máx.} + 406,494$	0,005
E - Au A máx.	$E = 1,929 \text{ Au/A máx.} + 414,127$	0,003
$\sigma$ máx - $\epsilon_u \epsilon$ máx.	$\sigma \text{ máx} = -0,433 \epsilon_u/\epsilon \text{ máx.} + 8,296$	0,087
$\sigma$ máx - Au A máx.	$\sigma \text{ máx} = -0,193 \text{ Au/A máx.} + 7,943$	0,108
$\rho$ - $\epsilon_u \epsilon$ máx.	$\rho = 4,317 \epsilon_u/\epsilon \text{ máx.} + 577,818$	0,018
$\rho$ - Au A máx.	$\rho = 1,845 \text{ Au/A máx.} + 581,55$	0,021

Los resultados para la correlación entre el módulo de elasticidad y la tensión de rotura se han mantenido en valores medios, con un coeficiente de correlación de  $R^2 = 0,48$ , muy superiores al valor  $R^2 = 0,133$  obtenido con madera de pino silvestre, que indica que no existía ninguna relación.

Para el resto de correlaciones, los resultados han sido similares a los obtenidos con pino silvestre, se han obtenido unos coeficientes de correlación bajísimos, lo que indica que no existe ninguna relación entre las variables estudiadas.

## REFERENCIAS

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