

Rigidez de conexiones de madera de *Eucalyptus grandis* de Argentina con clavos de pequeño diámetro. Análisis del módulo de deslizamiento determinado para diversas configuraciones de uniones.

Sosa Zitto, María Alexandra^{(1) (*)}, alexandrasosazitto@gmail.com

Ramos, María del Rocío⁽¹⁾, mrocio_ramos@hotmail.com

Torrán, Eduardo Antonio⁽¹⁾, etorran@gmail.com

Piter, Juan Carlos⁽¹⁾, piterj@frcu.utn.edu.ar

(1) Facultad Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional. Calle Ing. Pereira 676, (E3264BTD) Concepción del Uruguay, Entre Ríos Ríos, Argentina.

(*) autor para correspondencia.

Resumen

Este informe presenta los resultados de una investigación empírica orientada a analizar la rigidez de uniones de madera aserrada de *Eucalyptus grandis* de rápido crecimiento cultivado en Argentina. Las conexiones fueron clavadas con clavos de 2,5 mm de diámetro colocados neumáticamente y el proyecto experimental fue llevado a cabo siguiendo los lineamientos de la normativa europea. Los cuerpos de prueba fueron construidos con 2 secciones de corte para ser cargados lateralmente. En 3 sub-muestras la carga fue aplicada en dirección paralela a la fibra y en 2 sub-muestras en dirección perpendicular a la misma. Para la muestra preparada respetando el espaciamiento recomendado y cargada paralelamente a la fibra se comparó el valor medio del módulo de deslizamiento obtenido experimentalmente con el calculado según el Eurocódigo 5 (EN 1995-1-1 2012) y según el Reglamento Argentino CIRSOC 601 (2016). El criterio europeo mostró una mayor precisión que el último. En las muestras con el espaciamiento reducido respecto del recomendado se encontró una disminución importante del módulo de deslizamiento instantáneo. Los resultados experimentales también revelaron que la rigidez de las conexiones estuvo relacionada con el ángulo de carga respecto a la dirección de la fibra, lo cual no es contemplado por el criterio europeo y tampoco por el criterio argentino.

Palabras clave: Conexiones clavadas. Rigidez. Deslizamiento. *Eucalyptus grandis*.

Abstract

This report presents the results of an empirical research aimed to study the stiffness of sawn timber joints of fast growing Argentinean *Eucalyptus grandis*. The connections were nailed with 2.5 mm diameter nails pneumatically driven and the experimental project was carried out according to European standards. The specimens were constructed with 2 shear sections to be laterally loaded. In 3 sub-samples the load was applied in the parallel to the grain direction and in 2 sub-samples perpendicular to it. The slip modulus mean value experimentally obtained for the sample prepared with the recommended spacing and loaded parallel to the grain was compared with that calculated according to Eurocode 5 (EN 1995-1-1 2012) and according to the Argentine Regulation CIRSOC 601 (2016). The European criterion showed greater precision than the last one. In the samples with the reduced spacing respect to the

recommended one, a significant decrease of the instantaneous slip modulus was found. The empirical results also revealed that the stiffness of the connections was related to the angle of load to grain direction which is not taken into account by the European design rule or by the Argentine criterion. The empirical results also revealed that the connections stiffness was related to the loading angle respect to the grain direction, which is not contemplated by the European criterion or by the Argentine criterion.

Keywords: Connections nailed. Stiffness. Slip. *Eucalyptus grandis*

1. Introducción

Las conexiones con clavos de pequeño diámetro en los nudos de las estructuras reticuladas construidas con tablas de *Eucalyptus grandis* de rápido crecimiento han adquirido gran importancia en Argentina. Este tipo de estructuras de madera se destina principalmente a construcciones industriales que exhiben luces que normalmente oscilan entre 12 y 16 m (Piter et al., 2014). La utilización de equipos neumáticos que utilizan aire comprimido permite una rápida instalación de los clavos, reduciendo el costo de ejecución.

La capacidad de carga de las conexiones con clavos de pequeño diámetro fue investigada por Sosa Zitto et al. (2014) para uniones donde se satisfacen los requisitos de espaciamiento adoptados por el Eurocódigo 5 (EN 1995-1-1 2012) y uniones donde se reducen el espaciamiento y la distancia al extremo en la dirección del grano. Los resultados informados en este documento mostraron una capacidad de carga especialmente alta de estas conexiones, que también exhibió un comportamiento dúctil. Los resultados publicados mostraron que el área de la junta puede reducirse hasta 31% -en relación con el área correspondiente a los parámetros geométricos recomendados- sin reducir la capacidad de carga por debajo del valor característico determinado de acuerdo con la regla de diseño europea. Los resultados informados por Sosa Zitto et al. (2014), que se obtuvieron a partir de pruebas realizadas según EN 1380 (2009) fueron confirmados posteriormente en conexiones con clavos de 2,5 mm de diámetro en nudos de vigas con tamaños estructurales (Piter et al., 2014). Estos resultados permiten a los diseñadores y constructores resolver el problema relacionado con las dimensiones relativamente pequeñas, normalmente disponibles para la colocación de los medios de unión en los nudos de las estructuras (Hartl 1995, Kessel 1995), sin afectar los requisitos de seguridad.

La deformación de las estructuras debido al deslizamiento en las conexiones con frecuencia puede exceder las deformaciones elásticas de los miembros (Hilson 1995) y el uso de conexiones con características de comportamiento rígido a menudo se recomienda para minimizar las mismas (Kessel 1995). Dado que se pueden esperar deformaciones significativas en las uniones con clavos delgados (Blaß 1995; Johnsson y Stehn 2004) y las conexiones en *Eucalyptus grandis* con clavos de pequeño diámetro exhiben un modo de falla con características comunes a los modos j y k del diseño europeo (Sosa Zitto et al., 2014), el estudio de la rigidez de este tipo de conexiones es muy importante para la verificación de los requisitos de servicio. Las mediciones realizadas en construcciones de tamaño estructural de *Eucalyptus grandis* cultivado en Argentina con este tipo de conexiones en los nudos, demostraron que se cumplían los requisitos de deformación bajo carga de servicio. Sin embargo, no se proporcionó información relacionada con la influencia del deslizamiento conjunto en la deformación de la estructura (Piter et al., 2014).