



# Incremento en la calidad de secado natural de madera aserrada de pino ponderosa obtenida de rollos de raleo

Alejandro Jovanovski<sup>1,2\*</sup>, Claudia Zapata<sup>1</sup>, Gustavo Salvador<sup>1,2</sup>, Andrés Costa<sup>1,3</sup> y Mario Tiznado<sup>1</sup>

1. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP). CC 14, (9200) Esquel, Chubut.

2. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB). Esquel, Chubut.

3. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

\* [ajovanovski@ciefap.org.ar](mailto:ajovanovski@ciefap.org.ar)

**Resumen:** En la Región Andino Patagónica existe una disponibilidad creciente de madera de pequeño diámetro de pino ponderosa. Los antecedentes del secado de la madera aserrada de esta especie indican altas pérdidas por las deformaciones que experimentan las piezas. En este estudio se evaluaron técnicas de secado natural de madera en rollo y aserrada de 1" y 2" de espesor, en combinación con planes de corte de aserrío, como medidas para mitigar la pérdida de calidad en piezas aserradas. Los resultados mostraron que en corto tiempo la madera alcanza contenidos de humedad bajos y que el secado de rollizos solo es factible si están previamente descortezados. El plan de corte uniforme, en combinación con el secado de las piezas aserradas con canto y posterior canteado en seco, presentó ventajas significativas sobre los demás tratamientos aplicados, constituyéndose en una técnica sencilla y posible de aplicar en el contexto industrial regional.

**Palabras clave:** pino ponderosa, madera aserrada, secado, deformaciones, calidad

## Introducción

La edad de las plantaciones de pino ponderosa (*Pinus ponderosa* (Dougl. Ex Laws)) y la necesidad de ralearlas para asegurar madera de calidad indican una disponibilidad creciente de madera de pequeño diámetro para fines industriales (Loguercio et al. 2011).

Uno de los usos tradicionales para este tipo de materia prima, y del cual existen antecedentes concretos a nivel regional, es el aserrío.

Las primeras experiencias de secado de la madera de pino ponderosa de raleo, tanto a nivel industrial como de investigación, muestran importantes pérdidas por deformaciones (Gonda & Lomagno 1995), situación directamente relacionada con la elevada contracción longitudinal de la madera juvenil.

Zobel & Sprague (1998) destacan que las propiedades tecnológicas de la madera juvenil son inferiores a las de la madera madura (menor densidad y resistencia mecánica, mayor inclinación del grano, mayor proporción de madera de compresión, y mayor contracción longitudinal (Larson et al. 2001)). Estas tres últimas características son, en gran parte, responsables de los problemas de inestabilidad dimensional, torceduras y revirados que se observan en el secado de madera aserrada (Jorzsa & Middleton 1994).

Los problemas anisotrópicos causales de las pérdidas durante el secado podrían subsanarse en parte, si se procesan rollizos previamente sometidos a secado natural. De esta manera, al momento de aserrarlos, el contenido de humedad sería cercano a su punto de equilibrio con el medio, y por lo tanto las contracciones longitudinales tendrán menos margen para manifestarse. Como antecedentes, Simpson & Wang (2004) desarrollaron experiencias secando rollizos de pino ponderosa en Estados Unidos, concluyendo que es una práctica posible y aplicable en diferentes climas de ese país.

Otra posibilidad, y que suele emplearse en rollos de pequeño diámetro de latifoliadas, es lo que en inglés se denomina Saw-Dry-Rip (SDR), que consiste en aplicar un primer plan de corte uniforme, denominado "live sawing", que consiste en aserrar el rollizo en tablas sin que el mismo sea rotado, secar el material aserrado, y por último hacer el canteado para completar el escuadrado de piezas ya estabilizadas en su contenido de humedad (Maeglin & Boone 1983, 1986).

Los objetivos planteados para este trabajo fueron: 1) evaluar la factibilidad técnica de secar rollizos provenientes de raleo de pino ponderosa; 2) Evaluar el proceso de secado natural de madera aserrada de 1" y 2" de

espesor, escuadrada 4 caras y con canto vivo; 3) comparar la calidad de secado y la magnitud de los defectos en la madera aserrada obtenida mediante un plan de corte tradicional de rollos verdes, uno de corte tradicional de rollos secos y otro de corte uniforme con canteado en seco.

### Materiales y métodos

#### Materia prima y tratamientos

Los rollizos utilizados en el ensayo provinieron de un primer raleo tardío en un rodal de 20 años de edad, intervenido en el marco del Proyecto de Investigación Aplicada N° 10019: “Alternativas de utilización de madera de raleos de pino ponderosa en la Patagonia”.

Las trozas para aserrío presentaron un rango en punta fina de entre 15 y 22,5 cm, una conicidad media que alcanzó 2,9 cm ml<sup>-1</sup>, con largos de 2,4, 3,0 y 3,6 m. Con este material se aplicaron tres tratamientos (Tabla 1).

### Plan de corte

El proceso de aserrío se efectuó con una sierra sin fin portátil marca Wood Mizer modelo LT30. El plan de corte tradicional (Figura 1-a) de los tratamientos RV y RS consideró la producción de las siguientes escuadrías de madera: 2” x 6”, 2” x 4”, 1” x 6”, 1” x 4” y 1” x 3”, con un largo de 6 pies (1,83 m), 8 pies (2,44 m), 10 pies (3,048 m) y 12 pies (3,66 m). Durante el procesamiento se priorizó la obtención de piezas de la mayor escuadría posible, con cortes paralelos al eje del rollo, de manera de incluir la médula en una sola pieza central de 2” de espesor y re-aserrío de las cantoneras para obtener piezas de 1”, siempre efectuando el canteado con cortes paralelos al eje.

El plan de corte del tratamiento CS (Figura 1-b) consideró la obtención de una pieza de 2” de espesor que contenga la médula, y luego la obtención de piezas de 1” o 2” de espesor según el diámetro del rollo. El canteado posterior se efectuó con una sierra circular de banco, haciendo cortes paralelos a la médula para obtener las mismas escuadrías y largos que en RV y RS.

Tabla 1: Descripción de los tratamientos aplicados y cantidad de rollizos por cada uno.

Abreviación	Tratamiento	Cantidad de rollizos
RV	Aserrío tradicional en verde para obtener piezas con 4 caras terminadas, y luego secado natural.	28
CS	Aserrío en corte uniforme en verde (live sawing) para obtener piezas con 2 caras terminadas, luego secado natural y posterior canteado en seco.	28
RS	Secado natural de rollos sin corteza, luego aserrío tradicional para obtener piezas con 4 caras terminadas.	14

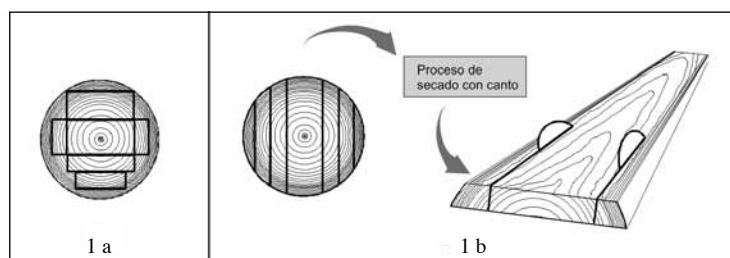


Figura 1. Planes de cortes considerados en el ensayo. a) Aserrío convencional paralelo a la médula, aplicado en los tratamientos RV y RS. b) Aserrío uniforme utilizado en el tratamiento CS.

## Secado de rollizos

La práctica de secado se efectuó con rollizos con y sin corteza, aunque solo los últimos fueron utilizados en el tratamiento RS, dado que los primeros no alcanzaron contenidos de humedad por debajo del punto de saturación de la fibra. Las pilas que se muestran en la figura 2-a fueron ubicadas en forma perpendicular a la dirección predominante del viento para favorecer la ventilación. La pérdida de humedad de los rollizos se monitoreó periódicamente con un xilohigrómetro conectado a 8 electrodos de 7,5 cm, 4 dispuestos en los rollos con corteza y 4 en los descortezados. El tiempo total de secado de los rollizos fue de 13 meses, abarcando dos veranos.

## Secado de madera aserrada

La madera aserrada proveniente de los tratamientos RV y CS fue estibada en el mismo predio que la de rollizos, durante el mes de diciembre. Los travesaños fueron dispuestos cada 45 cm con separadores de pino insigne seco, calibrados a 25 mm. Las pilas fueron cubiertas con techos para su protección (Figura 2-b). Dentro de la estiba se instalaron 6 probetas de control de humedad por peso, que se midieron periódicamente. El tiempo total de secado fue de 8 meses, desde junio hasta febrero.



Figura 2. Vistas de las estibas utilizadas para el secado natural. a) Rollizos b) Madera aserrada 4 caras y con canto vivo.

## Calidad de secado de madera aserrada

La evaluación de la calidad del secado se realizó en cada pieza aserrada mediante la observación y el registro de los parámetros abajo descritos.

- Contenido de humedad final.
- Grietas en superficie y en extremos según norma IRAM 9560 (IRAM 1981).
- Rajaduras en extremos y superficie según norma IRAM 9560 (IRAM 1981).

- Defectos y deformaciones: acebollado, abarquillado o acanaladura, torcedura de canto o encorvadura, torcedura de cara o arqueadura, revirado.

Paralelamente, cada pieza fue clasificada mediante la Norma Chilena NCh 993.EOF72 (INN Chile 1999), que presenta valores admisibles para las diferentes deformaciones en función de su escuadría y largo.

La medición de las deformaciones de la madera obtenida en los tratamientos RS y CS se realizó a 48 horas de efectuado el procesamiento final en cada caso.

## Resultados y discusión

Contenido de humedad (CH) y curvas de secado

### Madera aserrada

El contenido de humedad inicial promedio para la madera de 1" y 2" de espesor fue superior a 140 %, e independientemente de piezas aserradas en las 4 caras o con canto vivo, presentó una diferencia 14 % mayor en la de 2". Las curvas de pérdida de CH de madera de 1" fueron levemente diferentes a las de 2", ya que las primeras alcanzaron un CH cercano al 20 % en 30 días, mientras que las de 2" requirieron de 80 días para llegar a este valor. Ambos espesores igualaron su CH en un período de 100 días (Figura 3).

### Rollizos

El CH inicial del lote de rollizos fue de 180 %. La pérdida de CH de los rollos descortezados fue mayor a la de los rollos con corteza (Figura 4), destacándose que, después de 385 días de estibados, su CH fue superior al 40 %, lo que provocó la aparición de signos de ataque de hongos que producen mancha y degradación. En los rollizos sin corteza no se evidenciaron signos de ataque de patógenos y al final del período de estibado su CH fue de 14,5 %.

### Calidad de secado de madera aserrada

En las piezas evaluadas, provenientes de los tres tratamientos, no se observaron rajaduras, grietas o acebollado. Tampoco se evidenció abarquillado o acanalado; incluso en el caso de tablas con cortes netamente tangenciales el valor de esta deformación fue muy bajo.

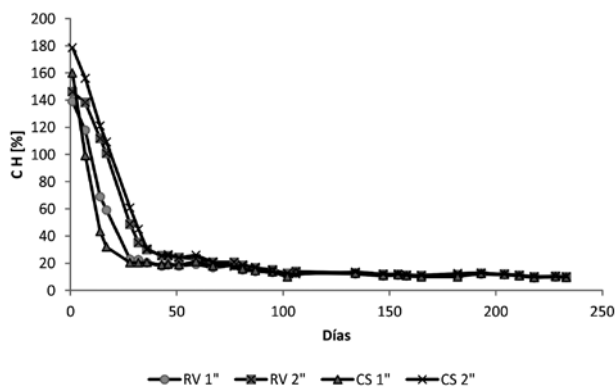


Figura 3. Curvas de secado promedio para madera de 1'' y 2'' de espesor, con y sin canto vivo, y humedad de equilibrio higroscópica (HEQ). Fecha de inicio del secado 19 de junio de 2012.

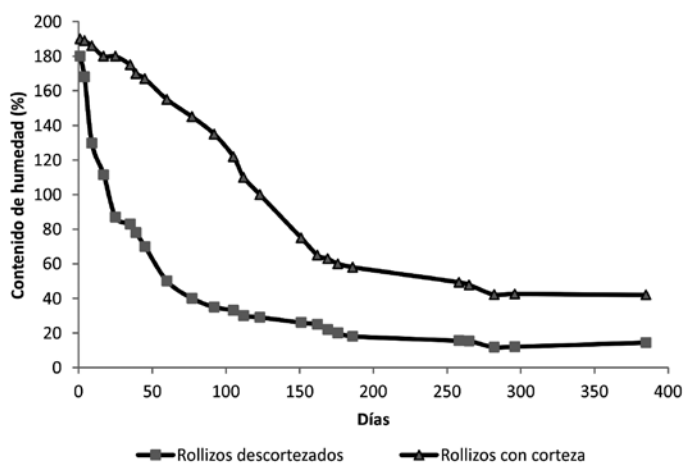


Figura 4. Curvas de secado promedio para rollizos con y sin corteza, y humedad de equilibrio higroscópica (HEQ). Fecha de inicio del secado 19 de Junio de 2012.

Las deformaciones de cara, canto y revirado representaron el mayor problema y, en zonas cercanas a los entrenudos, se observaron torceduras de magnitud que descalificaron un número importante de piezas de las clases de calidad superior al aplicar la Norma Chilena NCh 993. E Of. 72.

### Torcedura de cara

La madera aserrada del tratamiento RS presentó el mejor desempeño de calidad. El valor promedio de torcedura de cara de este tratamiento ( $2,7 \text{ mm ml}^{-1}$ ) mostró una diferencia significativa a un nivel de  $p < 0,05$  con el promedio de deformación del tratamiento RV ( $5,1 \text{ mm ml}^{-1}$ ). La madera del tratamiento CS alcanzó un promedio de torcedura de cara de  $4,0 \text{ mm ml}^{-1}$  y también una diferencia significativa a un nivel de  $p < 0,05$  con el promedio de deformación del tratamiento RV. Los tratamientos RS y CS no presentaron diferencias significativas entre sí.

La clasificación de la madera según norma NCh 993. E Of. 72 arrojó como resultado que dentro de la clase A, de mayor calidad, el mejor desempeño lo alcanzó el tratamiento RS (15 % de las piezas). En la distribución de calidades, la más importante fue la B, y dentro de ésta los tratamientos CS y RS (Figura 5-a). Estos tratamientos acumularon entre las clases A y B el 87 % y el 89 % respectivamente.

### Torcedura de canto

El análisis de las deformaciones de canto indica que para un nivel de  $p < 0,05$ , el valor promedio de RV ( $5,6 \text{ mm ml}^{-1}$ ) fue significativamente mayor a la de los tratamientos CS ( $1,6 \text{ mm ml}^{-1}$ ) y RS ( $1,5 \text{ mm ml}^{-1}$ ). No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos CS y RS.

De la aplicación de la norma NCh 993.EOf72 surge que la madera del tratamiento RS alcanzó el mayor valor dentro de la clase A (26 % de las piezas), seguida por el CS (16 %). En la clase de calidad B la mayor proporción la alcanzó el tratamiento CS seguida por la de RS. Se destaca que entre estos dos tratamientos, el acumulado entre las clases A y B alcanzó un porcentaje superior al 70 % en ambos tratamientos (Figura 5-b).

El tratamiento CS acumuló el 100 % de las piezas entre las clases A y D, mientras que el de RS un 96 %, presentando un 4 % de piezas fuera de norma. Análogamente, el tratamiento RV alcanzó un 26 % de piezas fuera de norma, con una alta proporción de piezas en las clases C y D, sumando un 76 % entre estas clases y las piezas F/N.

### Revirado

El revirado del tratamiento RV presentó un valor promedio de  $2,1 \text{ mm ml}^{-1}$  y fue significativamente mayor a los promedios observados para los tratamientos CS ( $1,2 \text{ mm ml}^{-1}$ ) y RS ( $0,8 \text{ mm ml}^{-1}$ ) para un nivel de  $p < 0,05$ . No se encontraron diferencias significativas entre CS y RS.

Como se muestra en la Figura 5-c, este defecto presentó una situación similar al observado en los anteriores alabeos, con un elevado número de piezas de los tratamientos RS y CS en las clases de mayor calidad, alcanzando valores superiores al 85 % del total de piezas en ambos casos. Análogamente, la madera proveniente del tratamiento RV tuvo presencia en todas las clases de calidad, con aproximadamente un 10 % de unidades fuera de norma.

es exactamente igual al secado de las piezas aserradas mediante el esquema tradicional; sin embargo, desde el punto de vista de la calidad de la madera aserrada, se observaron ventajas significativas en comparación con el aserrío tradicional, lo que aporta una solución práctica al problema que presenta la madera de pino ponderosa aserrada en relación con la calidad del secado.

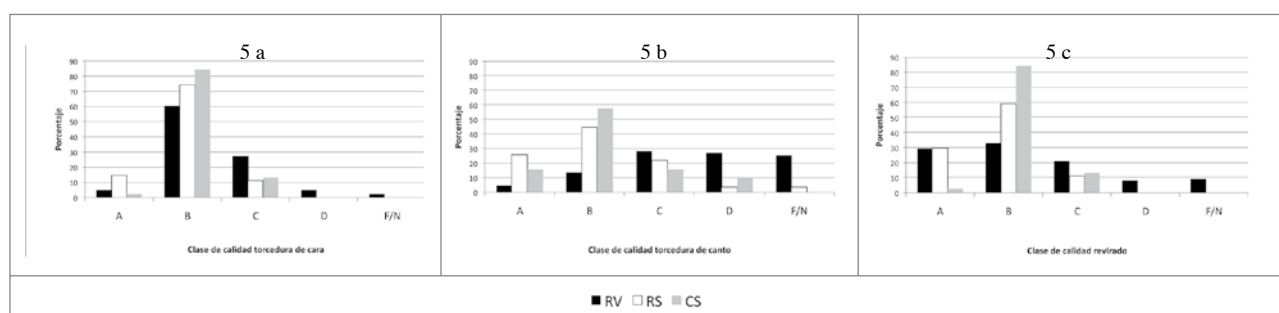


Figura 5. Porcentajes de piezas aserradas de 1” y 2” de espesor por clase de calidad y tratamiento según NCh 993.EOf72. a) Torcedura de cara, b) Torcedura de canto, c) Revirado.

## Conclusiones

Las condiciones climáticas de la zona de Esquel resultaron adecuadas para el secado natural de la madera aserrada de pino ponderosa, arribándose a valores de contenidos de humedad que permiten elaborar un amplio espectro de productos con la madera. No se observaron problemas en cuanto a decoloraciones ni ataque de patógenos.

El secado de madera en rollos estuvo condicionado al descortezado de los mismos, ya que cuando no se remueve la corteza, el proceso se torna lento y el contenido de humedad no disminuye con rapidez por debajo de los límites que favorecen el ataque de hongos, por lo tanto, el secado de madera en rollos con corteza no es recomendable.

El efecto de aserrar madera de rollizos secos tuvo consecuencias directas en la calidad de las piezas obtenidas, en términos de sus deformaciones, lográndose diferencias significativas con el aserrío tradicional. Sin embargo, el tiempo que transcurre entre el estibado de las trozas y la obtención de la madera aserrada seca es muy prolongado. Incluso, es probable que se alargue aún más dependiendo de la época de estibado, lo que incrementa el riesgo de ataque de hongos.

Un efecto similar, en términos de calidad de las piezas aserradas, se observó en el tratamiento CS, en el que se obtuvieron piezas con los cantos con corteza, se secaron y luego se realizó el canteado en seco. El secado de esta madera

## Referencias bibliográficas

- Gonda HE, Lomagno J. 1995. El raleo de plantaciones jóvenes de pino ponderosa puede producir un importante volumen de materia prima comercial, en: IV Jornadas Forestales Patagónicas. San Martín de los Andes, Neuquén, Argentina, pp. 299-305.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación, 1981. IRAM 9560: Piezas de madera. Criterios de evaluación de defectos. Buenos Aires, pp. 35.
- Instituto Nacional de Normalización de Chile, 1999. Norma de Emergencia Oficial: NCh 993.EOf72: Madera – Procedimiento y criterios de evaluación para clasificación. Santiago, Chile, pp. 15.
- Jorzsa LA, Middleton GR. 1994. A discussion of wood quality attributes and their practical implications. Forintek Canada Corp. Special Publication No. SP 34.
- Larson PR, Kretschmann DE, Clark III A, Isebrands JG. 2001. Formation and Properties of Juvenile Wood in Southern Pines. A Synopsis. Forest Products Laboratory. General Technical Report No 129.
- Loguercio G, Gonda HE, Jovanovski A. 2011. Necesidades de manejo de los bosques plantados en las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut. Producción Forestal 1(1), 13-17.
- Maeglin RR, Boone RS. 1983. An Evaluation of Saw-Dry-Rip (SDR) for the Manufacture of Stud from Small Ponderosa Pine Logs. Forest Products Laboratory. Research Paper FPL-435.
- Maeglin RR, Boone RS. 1986. Increased STUD Grade Yield of Plantation Southern Pine by Saw-Dry-Rip. Forest Products Laboratory. Research Paper FPL-RP-475.
- Simpson WT, Wang X. 2004. Estimating air-drying times of small-diameter ponderosa pine and Douglas-fir logs. Forest Products Journal 54(12), 24-28.
- Zobel BJ, Sprague JR. 1998. Juvenile Wood in Forest Trees. Springer Series in Wood Science. United States of America.