

“Informe de Secado de Maderas, de Pequeño Tamaño de Bosques Mediterráneos”

Elaborado por: Simón Cartagena; Egresado Ingeniería de la Madera, Licenciado en Ciencias de la Madera.

Solicitado por: GEFSEC 5135 Corredores Biológicos de Montaña/MMA/ONU Medio Ambiente, en el marco del Acuerdo de Producción Limpia APL “Manejo sustentable del bosque nativo mediterráneo, Región de Valparaíso”.

Lugar: Región de Valparaíso, Chile.

Fecha: Miércoles, 5 de Septiembre de 2018.

1 Defectos que se podrían producir al secar la madera

El movimiento del agua en la madera depende de factores inherentes a la madera tales como:

- estructura anatómica,
- peso específico,
- condiciones de crecimiento,
- dimensiones de la pieza de madera.

Así, el agua se mueve más rápido:

- En maderas livianas
- En piezas de madera de albura
- En piezas de madera con menos espesor
- Cuando el contenido de humedad de la madera es elevado

El movimiento de agua también depende de factores del ambiente externo, tales como:

- la temperatura,
- la humedad atmosférica,
- la velocidad del aire circundante.

Los principales defectos que se producen debido a un inapropiado secado son los siguientes:

1.1 Defectos de forma

Son anomalías evidenciadas en una tabla por las desviaciones que se producen con respecto al plano normal. Se incluyen los siguientes defectos

- Abarquillado: cuando una pieza de madera aserrada sufre curvatura en sentido perpendicular al grano, produciéndose una cara cóncava y otra convexa. Ocurre generalmente cuando se realiza un secado desigual entre las caras de la pieza o por contracción desigual, inherente al corte, entre las caras de la pieza.

- Combadado: cuando una pieza de madera aserrada experimenta un alabeo en sentido de su longitud o grano, obteniéndose una cara cóncava y otra convexa. Ocurre generalmente debido a la falta de apoyo uniforme en la madera al secar y se agrava cuando la madera tienen una tendencia natural de este tipo de defectos (madera tensionada)
- Encorvado: cuando una pieza de madera experimenta una curvatura en sentido de su longitud o grano, obteniéndose cantos convexos y cóncavos longitudinalmente. Es poco común y aparecen generalmente en las maderas de grano entrecruzado.
- Revirado: es la torcedura de una pieza de madera serrada en sus cuatro bordes o cantos de tal madera que los cuatro ángulos de una cara no pueden permanecer en un mismo plano. Se debe generalmente a un secado incompleto de la madera que tiene grano entrecruzado, presentándose contracciones desiguales.

1.2 Defectos de estructura

Según Araujo Son anomalías estructurales, producidas por disposición anormal de los elementos celulares, que comprometen la coherencia de la madera afectando su resistencia mecánica. Los de mayor importancia son:

- Acebolladuras: se manifiestan por la separación de dos capas de tejido leñoso entre anillos de crecimiento consecutivos
- Grietas: son ocasionadas por la separación de los elementos celulares en el sentido de los radios y cuyo desarrollo no compromete ambas caras de la pieza de la madera o puntos opuestos en la superficie.
- Rajaduras: aparecen en el plano axial de la madera y se caracterizan por la separación longitudinal de los elementos leñosos. Comprometen a ambas caras de la pieza de madera o puntos opuestos de ella.
- Cementación: es el endurecimiento superficial que ha sufrido una pieza de madera secada a temperaturas muy elevadas.
- Colapso: es la modificación estructural de la madera debido a una eliminación extremadamente rápida del agua de saturación, lo que determina el aplastamiento de los tejidos comprometidos.

El control de calidad se realiza por métodos mecánicos, visuales o una combinación de ambos. Los métodos mecánicos consisten en el uso de máquinas que determinan los esfuerzos máximos a los que pueden ser sometidas las piezas de madera, asignándole al elemento una calidad determinada. Los métodos visuales consisten en seleccionar individualmente las piezas por su apariencia, basándose en el hecho, determinado experimentalmente, de que los defectos afectan la resistencia de la madera. Las características de la madera que se evalúan para su clasificación son:

- Defectos originados por la constitución anatómica de la especie, como medula incluida, duramen quebradizo, bandas anchas de parénquima, tipo y grado de inclinación del grano y nudos.
- Defectos originados por ataque biológico, como perforaciones, mohos, manchas y pudriciones.
- Defectos originados antes o durante el procesamiento de la madera, como arista faltante y fallas de compresión.
- Defectos originados durante el secado, de forma y estructura.
- Dimensiones, se debe tener en cuenta que la madera tiene diferentes rangos de contracción en sus tres diferentes planos de corte y son diferentes según la especie, por ello es necesario considerar una sobre medida antes de cortar la madera y secarla así para obtener dimensiones correctas.

2 Mediciones Preliminares

Las mediciones preliminares son fundamentales para llevar un correcto control de los castillos de secado, y para esto fue necesario llevar a peso seco las probetas de las distintas especies.

Las probetas corresponden a rodelas superior e inferior de cada troza del estudio, fueron pesadas y llevadas hasta peso seco en una estufa de secado, con estos valores y la siguiente formula fue posible calcular el contenido de humedad promedio al que se encontraban las trozas recién extraídas.

$$CH\% = \frac{(p_i - p_0)}{p_0} \cdot 100$$

A continuación se muestran los promedios de contenido de humedad obtenidos de las probetas de pequeñas trozas provenientes de las cortas en Pilotos de Ordenación en Bosques mediterráneos:

Contenidos de Humedad iniciales	
Especie	CH
Litre	59%
Boldo	79%
Molle	89%
Peumo	65%

Cuadro 1. Contenidos de humedad iniciales de las especies de estudio

3 Prueba de sellado de cabezas de trozas

3.1 Objetivo:

Probar el sellado preventivo de testas para evitar se sequen tan rápidamente mientras se acumula el material antes de ser llevados al proceso de aserrío.

3.2 Descripción general y metodología:

Este procedimientos se llevó a cabo en la comuna de Hijuelas, predio los Tilos, el día 1 de agosto del presente año, las trozas de prueba llamadas probetas para efectos prácticos, fueron seleccionadas bajo los criterios de manejo para el tipo de bosque, con el fin de crear una muestra representativa de las trozas aserrables obtenidas de este, las cuales mediante los siguientes productos con propiedades hidrófobos y/o impermeabilizantes fueron selladas en las testa; 3 con aceite imprimante, 2 con aceite quemado, 3 con carbonileo, 2 con petróleo, 1 con bencina y dos probetas testigo, 13 probetas en total. El procedimiento practico de sellado fue realizado en terreno como proceso posterior al volteo, sumergiendo las cabezas de las probetas en grupos de muestreo en los baldes de los distintos productos y apilados para ser trasportados a laboratorio. En el laboratorio se simularon condiciones de acopio recomendadas para largo tiempo antes del proceso de aserrado, en apoyos de madera seca, rectos, en una zona limpia y nivelada. A los 28 días con un Xilohigrometro (instrumentos de Medición de contenido de Humedad de la Madera) se tomó 5 mediciones a lo largo de las probetas y una en cada testa; con el fin de determinar la desecación de estas y poder inferir la eficacia del sellador en evitar la desecación rápida de las trozas en el sentido longitudinal.

Para inferir la información a continuación, se usó como referencia el contenido de humedad promedio de las probetas de peumo extraídas el mismo día. Para esto se pidió al motosierrista cortar rodela, una superior y una inferior de cada troza, las cuales pesadas en verde y mediante secado en estufa fueron llevadas a peso seco y pesadas, con estos dos datos y la siguiente formula se obtuvo el contenido de humedad inicial al que se encontraban al momentos del volteo.

3.3 Resultados:

En promedio se observa, un desecamiento promedio menor en las trozas selladas con petróleo, seguido por las selladas con bencina, luego con aceite imprégnete, las trozas testigo y por ultimo las con aceite quemado que presentaron la mayor bajada de humedad con 38, 9% de humedad perdida respecto a la inicial.

La velocidad de secado promedio de las trozas, fue de 1 %/día, y en las testas 1,3 %/día no mostrando gran variación de las velocidades de secado en las trozas pero si en las testas, siendo las selladas con petróleo las únicas bajo el promedio con 1,25 %/día, aunque hasta el momento las desviación estándar calculadas no arrojen gran relevancia en las diferencias de velocidades de secado, siendo ambas de un 0,07, pudiendo darse la posibilidad que finalmente ninguno de los productos está siendo efectivo contra el secado más rápido de las testas o la otras teoría que podría estar pasando es que ahora que viene el secado más lento de estas trozas, ya que estará liberando el agua ligada al ambiente para llegar al equilibrio con él, se haga más notorio la baja de velocidad de secado y de grietas en las trozas y denotando donde el sellado haya sido más eficaz.

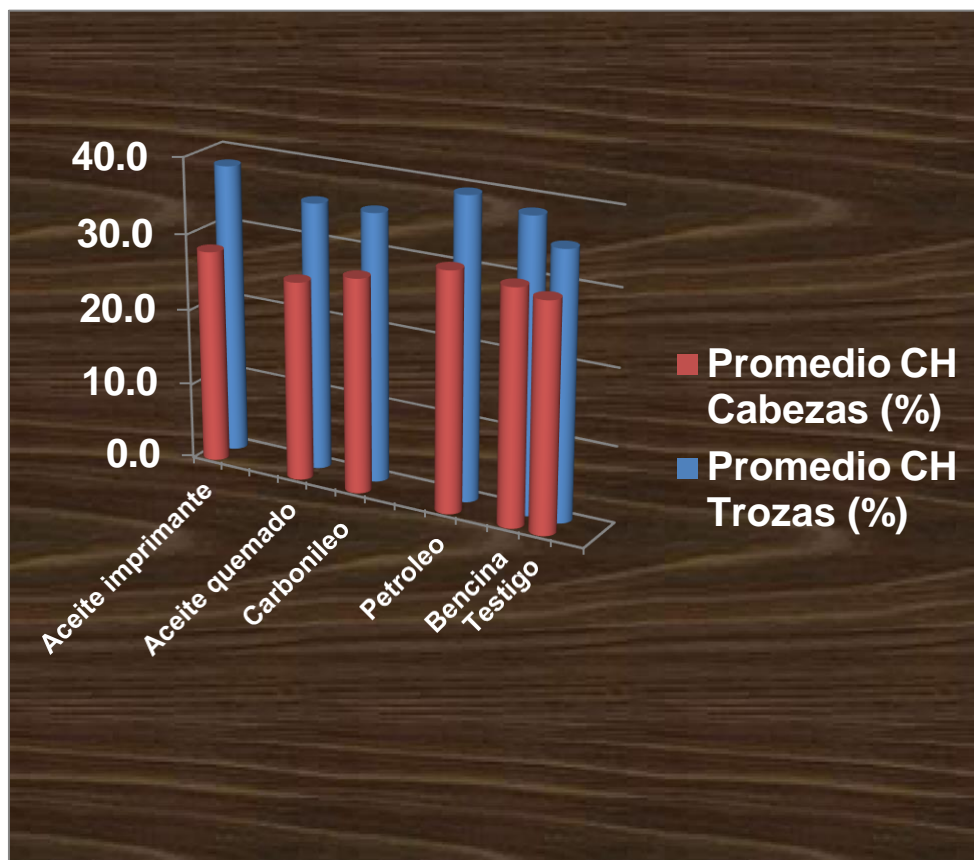


Figura 1. Gráfico de contenidos de humedad, en la prueba de sellado de cabezas.

4 Metodología de secado

4.1 Recomendaciones preparativas para el secado en campo de maderas del bosque mediterráneo

Antes del inicio del proceso de secado propiamente tal de la madera, hay que tomar ciertas precauciones con el fin de reducir los defectos. Si no se tiene cuidado en las etapas iniciales del proceso productivo, el subproceso de secado podría no eliminar los defectos existentes en la madera. A continuación se describe el procedimiento recomendado para evitar defectos previos al secado:

- Aplicar sellante en las cabezas de las trozas seleccionadas.
- Los troncos seleccionados deberán ser acopiados en canastos de 1x2x1.3 metros dispuestos en hilera y a orilla de camino sobre apoyos evitando el contacto directo con el suelo y de preferencia evitar exposición directa al sol.

4.2 Cancha de secado

Una vez obtenidas la madera aserrada, se localizará la cancha de secado en concordancia con las vías de acceso (rutas, calles), separada de arboledas, muros, edificios y otros obstáculos que

impidan la libre circulación del aire. Esta debe ubicarse en un terreno plano, con una mínima inclinación para permitir escurrir el agua y evitar posas. Las pilas deben posicionarse perpendicular al movimiento del viento en filas separadas lo suficientemente para permitir el acceso de las máquinas de carga, estas deben ser protegidas del sol directo ya que este producirá defectos en las maderas expuestas, produciendo además un secado heterogéneo.

4.3 Sistema de secado

El sistema para secar la madera aserrada se llama “apilado horizontal” y consiste en colocar las tablas, tablones o basas una al lado de la otra, de tal manera que se formen pisos o camas horizontales. Estos pisos son separados verticalmente por listones separadores hasta constituir una pila de altura y anchos deseados.

Los elementos de una pila de secado natural son:

- Bases o cimientos: Constituyen los elementos donde descansara todo el peso de la pila, su función es separar la pila del suelo, favoreciendo la libre circulación de aire y previniendo el contacto con la humedad del suelo y los agentes bióticos causantes del deterioro en la madera.
- Travesaños: son elementos de soporte y estabilidad en la pila, ya que permiten la homogénea distribución de la carga, por lo general son de 10 cm de arista para facilitar el acceso de grúas o carros montacargas, se colocan sobre las bases para repartir el peso de la madera apilada.
- Listones separadores: facilitan el paso del aire a través de la pila, manteniendo una separación adecuada entre las tablas de madera.
- Pesos: Son elementos de carga, los cuales son usados sobre la pila de madera, cuidando de mantener la hilera sobre los apoyos y separadores sirven para mantener la estabilidad y evitar defectos en el proceso de secado.

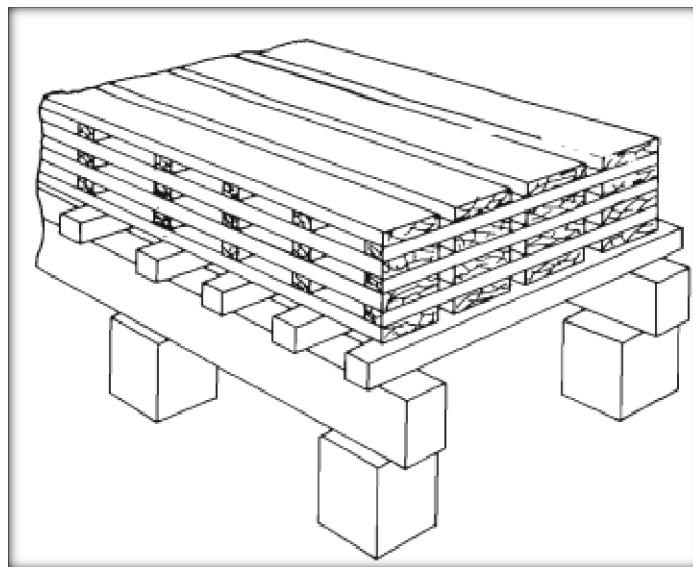


Figura 2. Castillo de secado

Sus mayores ventajas son:

- La facilidad de instalación,
- Estabilidad de la estructura
- Menor proporción de aparición de defectos.

Para obtener un mejor secado de la madera, se aconseja que los castillos se preparen con material:

- De la misma especie forestal.
- Del mismo espesor.
- Con similar grado de humedad.
- De igual longitud

Pueden aplicarse a maderas con distintos largos, siempre que los extremos de todas las piezas, tengan sus correspondientes apoyos.

La altura máxima recomendada de los castillos es de 5 m. En cuanto al ancho se debe aceptar como principio general que: “cuanto más ancho es el castillo, menor será la velocidad de secado” por los que se recomienda que no superen los 2 (m).

4.4 Requerimientos por castillo de secado

Escuadría 4X4 pulgadas	Características	Cantidad
Bases o cimientos	40x20x20 cm	21 pollos por estiba
Travesaños	Pino seco cepillado sellado	5 piezas de 2" x 4" x 3.2m
Listones separadores	Pino seco cepillado sellado	45 piezas de 2" x 2" x 3,2m
Dimensiones	3.2x5.8m	Área: 18,56 m ² por estiba.
Pesos	Solerilla 100 cm	10 por pila
Volumen de madera		21,6 m ³

Cuadro 2. Tabla de insumos para montaje de castillos de secado.

Implementos	Escuadría 4X4 pulgadas
Bases o cimientos	\$ 69.090
Travesaños	\$ 14.650
Listones separadores	\$ 63.900
Pesos	\$ 40.530
Valor por estiba	\$ 188.170

Cuadro 3. Costo de implementos para armado de castillo. (Sodimac.cl)

4.5 Armado de castillo

- Acomodar bases y cimientos en un lugar adecuado según especificaciones antes descritas.
- Acomodar travesaños sobre bases y cimiento.
- Sobre los travesaños colocar las piezas de madera que serán secadas, de tal manera que formen pisos o camas horizontales.
- Por cada cama o piso será necesario posicionar separadores en el mismo eje de los travesaños para repartir cargas uniformemente y evitar defectos.
- Al terminar los pisos es necesario agregar un peso sobre la hilera de apoyos que nos permitirá asegurar la estabilidad del castillo y disminuir los posibles defectos.

4.6 Piezas para control de humedad de castillo

- Seleccione 6 piezas y sepárelas del resto.
- Marque las 6 piezas separadas con lápiz de cera con una S, MS, M, MI, e I.
- Mida el contenido de humedad y el peso de las 6 piezas (deberá anotar estos datos en la tabla de control).
- Con el resto de piezas proceda a armar el castillo y coloque las piezas marcadas de forma tal que queden en las columnas del extremo y en: la primera fila (S), la última fila (I), la fila intermedia (M), la fila entre la primera y la intermedia (MS) y la fila entre la última y la intermedia (MI) para facilitar su posterior control de contenido de humedad por el método seleccionado.

4.7 Ficha de control de proceso de secado y Tablas de registro

La ficha de control deberá ser impresa para que operario a cargo de la medición pueda realizarlas al costado de los castillos; y la tabla de registro deberá ser completada por el encargado de la faena de forma directa en el archivo Excel entregado al encargado del proyecto.

Codigo castillo	Ubicación de la pieza en el castillo	CH (%)	Peso (g)
	Superior		
	Media-superior		
	Media		
	Media-inferior		
	Inferior		

Tabla 1. Control del proceso de secado.

Fecha:	hora:							
Clave castillo	CHs%	CHms%	CHm%	CHmi%	CHI%	promedio del castillo	ds	tiempo en cancha

Tabla 2. Registro de proceso.

5 Bibliografía

Cátedra de Dasonomía año 2016, Facultad de Ciencias Agrarias, UNCUIYO, Argentina - Profesor Titular Prof. Ing. Agr. Alberto D. Calderón

Curso “Teoría y Práctica del Secado de la Madera” año 1993, Departamento de tecnología de la madera, Universidad de Chile. – Relatores: Misael Gutiérrez, Sergio Gutiérrez. Laboratorios: Alejandro Bozo.

Fundamentos del secado de la madera: manual de prácticas. Universidad de la molina, Perú. Por: Ing. Martín Araujo Flores.

Campos, C. 2015. Determinación de propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Pinus maximinoi*. Facultad de ciencias ambientales y agrícolas. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

Díaz, P. 2005. Evaluación de Propiedades Físicas y Mecánicas de madera de *Nothofagus glauca* (Hualo) proveniente de la zona de Cauquenes. Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Ingeniería en Industrias de la Madera. Universidad de Talca, Chile.

Fernández, M. 2015. Determinación de las propiedades físicas-mecánicas de ramas en verde de haya (*Fagus sylvatica* L.) procedentes del Hayedo de Montejo de la Sierra de Madrid.

Barrientos, A. y Oyarzo, V. 2004. Características, propiedades y aplicación de la madera regional en la construcción. Facultad de Ingeniería, Universidad de Magallanes

Martínez, J. 2014. Caracterización físico mecánica del *Pino Caribaea* de la región central de Cuba.