

SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

Conceptos básicos sobre el secado de la madera

Rafael Córdoba Foglia ¹

INTRODUCCIÓN

El comportamiento de la madera en servicio está casi enteramente determinado por las relaciones de humedad. Para la mayoría de los usos finales de la madera, es de vital importancia reducir su contenido de humedad antes de su transformación en productos, a un nivel apropiado de acuerdo al lugar donde se utilizará, con el fin de obtener un producto estable que se desempeñe satisfactoriamente en servicio; si no un secado "informal" ocurrirá durante su utilización, produciendo frecuentemente efectos indeseables y en algunos casos resultados desastrosos.

Las industrias de la madera, en general, se abastecen de madera en estado húmedo. Si la industria no cuenta con adecuadas facilidades para secar la madera, ya sea por medio de secado al aire o secado artificial, esta madera pasará al proceso productivo sin ningún control en cuanto a su contenido de humedad, dando como resultado problemas durante su manufactura, acabado y servicio.

IMPORTANCIA DEL SECADO DE MADERAS

Se indican a continuación algunos aspectos relacionados con la madera, dentro de los cuales el secado puede intervenir.

- **Peso de la madera:** al realizar el secado de la madera, se elimina gran parte de su humedad y por lo tanto se reduce su peso. Esta reducción, en términos generales, varía desde un 25 hasta un 50% con respecto a su peso inicial. Esto permite una considerable economía por concepto de transporte de madera y mayor facilidad en el manipuleo, en el caso de erección de edificaciones y estructuras.

- **Estabilidad dimensional:** siempre y cuando se seque la madera a un contenido de humedad igual o muy próximo al que obtendría en servicio (contenido de humedad de equilibrio), esta no sufrirá cambios apreciables en su forma y dimensiones.

- **Resistencia mecánica:** a medida que la humedad de la madera es removida, sus propiedades mecánicas permanecen prácticamente constantes hasta tanto el agua libre haya sido eliminada. Bajo este punto (Punto de Saturación de las Fibras) la resistencia mecánica de la madera aumenta progresiva y significativamente. La madera con un contenido de humedad del 10% o menor, se volverá aproximadamente un 33% más resistente que la madera verde.

¹ Instituto Tecnológico de Costa Rica, rcordoba@itcr.ac.cr

- **Pudrición y mancha:** si la madera se somete a un proceso de secado eficiente y es mantenida a un contenido de humedad en servicio menor del 20%, no sufrirá degradación por hongos. Además, algunos insectos que atacan madera verde no deteriorarán la madera correctamente seca.
- **Tratamientos de preservación:** la madera seca se impregna mejor cuando se utilizan sustancias preservantes no hidrosolubles ó cuando se emplean métodos de tratamiento de alta presión.
- **Adhesivos:** la madera que ha sido secada correctamente obtendrá una mejora considerable en sus propiedades adherentes y se desarrollarán líneas de cola más estables y de mayor resistencia.
- **Acabados:** la madera seca tendrá una mayor capacidad de aceptar y retener en buen estado pinturas, barnices, lacas o cualquier tipo de recubrimiento superficial.
- **Trabajabilidad:** la madera con bajo contenido de humedad presenta mejores características de trabajabilidad que la madera verde. Por lo tanto, puede ser procesada (aserrada, cepillada, moldurada, lijada, etc.) de manera más fácil y eficiente y así obtener productos mejor terminados.
- **Aislamiento térmico:** los espacios celulares e intercelulares (volumen hueco) en la madera seca están ocupados por aire, lo cual hace que la transmisión del calor a través de ella sea baja. Esto permite utilizar la madera como material aislante de la temperatura.
- **Aislamiento eléctrico:** conforme la madera posea un menor contenido de humedad, su resistencia al paso de una corriente eléctrica aumentará considerablemente, permitiendo emplear la madera como aislante de la electricidad.

Es por lo tanto vital tener un control sobre el contenido de humedad de la madera, saber como determinarlo, comprender sus efectos y aprender como prevenir las dificultades generadas por el movimiento de humedad.

LA HUMEDAD EN LA MADERA

La humedad (agua) en la madera varía de una especie a otra; por ejemplo: madera recién cortada de ciprés (*Cupressus lusitanica*) puede presentar hasta un 130% de contenido de humedad respecto a su peso seco, mientras que madera de jaúl (*Alnus acuminata*) presenta un 90% de contenido de humedad.

Desde otro punto de vista, si madera aserrada de ciprés y de jaúl presentan un mismo volumen, por ejemplo 5 m³ (2 310 pulgadas madereras ticas), tendríamos: la madera de ciprés pesará 4 250 kg y la cantidad de agua presente será de 2 403 kg (2 403 lt ó 635 galones aprox.); mientras que la madera de jaúl pesará 3 850 kg, pero solamente contendrá 1 824 kg de agua (1 824 lt o 482 galones aprox.). La diferencia en la cantidad de agua que contiene cada especie se debe a la densidad que manifiesta la madera al contenido de humedad inicial; para ciprés la densidad es de 0,85 g/cm³ y para el jaúl es de 0,77 g/m³.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

El agua presente en la madera, o en un producto de madera, se expresa como el contenido de humedad. Convencionalmente, el contenido de humedad (CH) se define como la relación porcentual del peso del agua contenida en la madera, respecto al peso seco (libre de humedad) de la madera:

$$CH = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco al horno}} \times 100$$

Existen varios métodos para determinar el CH de madera; se describen a continuación los dos más importantes.

Método gravimétrico o por diferencia de peso

De una pieza de madera se corta una muestra e inmediatamente se pesa para obtener el peso inicial (P_i), luego se coloca en un horno a una temperatura máxima de 105 grados Celsius hasta que se obtenga peso constante de la muestra, el que será el peso seco al horno o peso final (P_o). Para calcular el contenido de humedad (CH) se aplica la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{P_i - P_o}{P_o} \times 100$$



Determinación de contenido de humedad por método gravimétrico.

Métodos eléctricos

Las propiedades eléctricas de la madera más importantes son su resistencia al paso de una corriente eléctrica y sus características como material dieléctrico. Estas se utilizan como base para la fabricación de aparatos destinados a medir el contenido de humedad de la madera. Estos medidores eléctricos tienen la ventaja de que las lecturas del contenido de humedad son inmediatas y es una determinación no destructiva; pero presentan ciertas limitantes, principalmente el rango de confiabilidad (6 a 25% CH), se debe corregir la lectura según especie, temperatura y dirección del grano en la madera.



Determinación de contenido de humedad por métodos eléctricos.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE EQUILIBRIO

La madera es un material higroscópico, lo que significa que la tiene la capacidad de absorber o ceder humedad del ambiente que la rodea, hasta que la cantidad de agua en la madera esté en equilibrio con las condiciones ambientales: temperatura y humedad relativa.

El objetivo práctico de cualquier proceso de secado, es el de secar la madera a un contenido de humedad tal que se encuentre en equilibrio con las condiciones ambientales promedio del lugar en que será expuesta, con el fin de eliminar o minimizar el movimiento de la madera (contracción o hinchamiento). En Costa Rica las condiciones promedio de humedad relativa y temperatura son tales, que la madera normalmente obtiene entre un 13 a 22% de contenido de humedad al aire libre, y entre un 10 a 16% en interiores.

CONTRACCIONES

La madera mantiene una estrecha relación con la humedad a través de su vida útil. Esto es, responde a las variaciones de humedad relativa del ambiente, presentando cambios en sus dimensiones: se hincha o contrae de acuerdo con la ganancia o pérdida de humedad, y son expresados como un porcentaje del cambio dimensional respecto a la dimensión original (antes de que el cambio ocurra).

La madera es un material anisotrópico, o sea, que sus propiedades varían de acuerdo a la dirección en que se consideren. En la madera esas direcciones son la *longitudinal o paralela al grano*, la *radial o paralela a los radios* y la *tangencial o tangente a los anillos de crecimiento*. En la madera las contracciones e hinchamientos se manifiestan en magnitud diferente en esas direcciones; siendo mayores en la dirección tangencial que en la radial y esta, a su vez, mayor que la longitudinal. Por lo tanto, la madera no solamente se verá expuesta a una disminución o incremento de su volumen (o en sus dimensiones), sino que también sufrirá distorsiones en su forma.

CONTRACCIÓN Y DISTORSIÓN DE LA MADERA

Los valores promedios de contracción total para madera normal de la mayoría de las especies comerciales, se encuentran dentro de los siguientes ámbitos:

- Longitudinal: 0,1 - 0,3%.
- Radial: 2,0 - 8,0%.
- Tangencial: 3,5- 17,0%.

Los valores de contracción que presenta una especie de madera en particular nos permiten especificar la "sobredimensión" necesaria para que la pieza, después del secado, tenga las dimensiones requeridas. Como también, calcular cuánto se "moverá" la madera puesta en servicio si sufre cambios en su contenido de humedad.

Los efectos de la contracción o hinchamiento no se pueden eliminar, pero sí se pueden controlar y minimizar por medio de procedimientos apropiados de secado. Este control también se debe realizar durante la etapa de almacenamiento de madera seca y durante su acarreo y procesamiento, ya que las expansiones (hinchamiento) pueden ser tan dañinas por sus efectos como las contracciones.

MÉTODOS DE SECADO

Los métodos de secado de la madera se clasifican en dos categorías: secado natural o al aire y secado artificial.

Secado natural o al aire

Este es el menos sofisticado de todos los procesos de secado. Consiste en exponer la madera a las condiciones ambientales prevaletientes de temperatura, humedad relativa y velocidad de circulación de aire. El tiempo de secado puede variar desde 3 a 4 semanas hasta 1 o 2 años y el contenido de humedad final será igual o muy próximo al contenido de humedad de equilibrio promedio del sitio donde se realice el secado.



Forma de secado al aire

Secado artificial

El secado artificial de la madera se realiza bajo condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y velocidad de circulación de aire. Permite obtener madera con contenidos de humedad menores (6–15% CH), más uniformes, mejor calidad de madera seca (menor degradación) en un tiempo relativamente corto, en comparación con el secado natural.



Secado artificial de madera en hornos

RECOMENDACIONES

Dado que el proceso de secado de la madera juega un papel determinante en el desempeño, calidad y costo de cualquier artículo fabricado con madera, se hace necesario poner mayor atención al secado correcto de la madera y evaluar los métodos y técnicas existentes para poder aumentar el nivel tecnológico de nuestra industria maderera, y así lograr productos altamente competitivos.

Implementar sistemas de control de calidad, desde patio hasta bodega de madera seca, que contemplen los indicadores mínimos para verificar la uniformidad y calidad del secado, las oportunidades para modificar los métodos y programas de secado y las posibles necesidades de mantenimiento de la infraestructura de secado.

Es vital tener un control sobre el contenido de humedad de la madera, saber como determinarlo, comprender sus efectos y aprender como prevenir las dificultades generadas por los cambios de humedad.