



## Secado y Tratamiento Térmico de Paletas de Madera

**Los autores explican de forma muy detallada el proceso de secado de las paletas de madera, un producto con creciente en el continente europeo, y los beneficios que este sistema de tratamiento térmico tiene en cuanto a ahorro de costes y beneficios para el sector**

MARTA CONDE GARCÍA  
JUAN I. FERNÁNDEZ-GOLFÍN SECO.  
DRES. INGENIEROS DE MONTES.

Desde hace unos años en Europa existe una tendencia creciente en la demanda de paletas secas. Esta tendencia, que es más europea que americana, se puede explicar por varios motivos:

### 1. Necesidad de mejorar la higiene del producto.

Efectivamente, la madera húmeda es propensa a la aparición de mohos superficiales, hongos cromógenos y, en menor medida, ataques de hongos e insectos xilófagos. Todos estos ataques producen una imagen indeseable de falta de limpieza en el producto. Este hecho es en muchos casos inaceptable, sobre todo cuando las paletas van destinadas al sector alimentario.

### 2. Necesidad de reducir el peso.

Una paleta de tipo europeo hecha con pino radiata, cuya humedad pasa desde el 60% al 25%, reduce su peso en, aproximadamente, 6 kg. Esta reducción puede llegar a incrementarse hasta 9 kg si la paleta estuviera muy húmeda, alcanzando valores de humedad inicial del 80%. En este último

caso la masa a transportar por un camión estándar podría verse reducida en 5300 kg.

### 3. Necesidad de mejorar sus propiedades mecánicas.

Y muy especialmente sus propiedades elásticas, dado que la madera húmeda es más fácilmente deformable y menos resistente que la madera seca.

Adicionalmente a éstas, existe una cuarta razón que justifica grandemente el interés del sector industrial por el secado artificial de las paletas: el cumplimiento de las nuevas regulaciones fitosanitarias en el campo del embalaje de madera.

Efectivamente, la Orden Ministerial del Ministerio de Agricultura de 27 de febrero de 2001, que modifica parcialmente el RD 2071/1993, relativo a las medidas de protección contra la introducción y difusión en el territorio nacional y de la Unión Europea de organismos nocivos para los vegetales y productos vegetales, establece como exigencia técnica para una lucha eficaz contra el nematodo *Bursaphelenchus xylophilus* el tratamiento térmico en masa de la madera a 56°C

durante 30 minutos.

Este tratamiento también ha sido establecido por la FAO en su norma (NIMP) N° 15 de marzo de 2002, sobre "Directrices para reglamentar el embalaje de madera en el comercio internacional". Más recientemente el Comité Fitosanitario Nacional preparó y aprobó el Programa de Conformidad Fitosanitaria de Embalajes de Madera, en el que este tratamiento ya cobra carta de naturaleza y empieza a ser obligado para la industria nacional. La última versión de la guía para el tratamiento es de julio de 2005.

Desgraciadamente, y considerando el hecho de que en la gran mayoría de los casos la fabricación de las paletas se lleva a cabo con madera verde, en parte debido a la tendencia al rajado en las clavadoras de la madera seca y al alto nivel de atascos que con la madera seca se suele producir en la alimentación de las máquinas de fabricación más automáticas por la existencia de deformaciones en la madera seca, el secado de las paletas se suele llevar a cabo una vez fabricadas, lo que plantea el problema del bajo rendimiento de las instalaciones y procesos y el elevado

coste de las amortizaciones de los equipos empleados. De todo lo anterior se deduce que el secado industrial de las paletas cobra carta de naturaleza y se está convirtiendo poco a poco en una necesidad para los fabricantes de este producto, ya que de este modo no sólo consiguen mejorar el producto sino cumplir con los requisitos de la norma de tratamiento fitosanitario.

Para el secado y/o tratamiento fitosanitario de las paletas no es necesario emplear secaderos "especiales", sino que se pueden emplear los mismos secaderos tradicionales, con tal de que puedan trabajar a una temperatura seca mínima de 64° C y posean sistemas de humectación que permitan obtener dentro de la cámara una humedad relativa del 80% (si se trabaja bajo el sistema de control por tiempos).

Como elemento accesorio, que puede formar parte o no del propio sistema de registro y control del secadero, la instalación deberá contar con un sistema de medición y registro de la temperatura en el interior de la madera (si se adopta el sistema más conveniente, de control por temperatura).



Otro detalle técnico de importancia es que la norma exige que el sistema de registro, tanto de la temperatura de madera (si se mide) como de la temperatura seca y humedad relativa en el secadero, efectúe y registre una medida cada 5 minutos o menos.

Para los menos informados sobre este tratamiento recordaremos que la norma nacional (Guía del MAPA de julio 2005) permite dos sistemas de control del tratamiento térmico:

### ● Control Por tiempos.

Basado en el mantenimiento, durante un tiempo determinado, de unas condiciones de temperatura seca y humedad relativa dentro del secadero.

● **Control por temperatura.** Basado en el control de la temperatura de la madera (la norma exige que la madera esté a, como mínimo, 56° C durante media hora) mediante unas sondas (tres como mínimo) introducidas hasta el centro de las piezas más gruesas.

Es necesario destacar en este punto que el control por tiempos está siendo fuertemente cuestionado en algunos mercados, razón por la cual es prudente pensar que es un sistema de transición, admisible mientras el sector se dota de los equipos necesarios para controlar sus procesos por el segundo de los

métodos.

Tanto en un caso como en otro, la norma también se fija en la verificación de los instrumentos de medida (sondas de temperatura de madera y sondas de clima), que deberá ser efectuada internamente por la empresa cada seis meses y externamente cada dos años.

Para llevar a cabo estas verificaciones la empresa deberá contar tanto con un equipamiento mínimo (termómetro e higrómetro calibrados) como con un protocolo técnico que describa cómo lleva a cabo tal proceso.

Un aspecto interesante de la norma es que expresamente acepta que el propio secado de las paletas implica su tratamiento térmico siempre que la humedad final a la que se secan sea inferior al 20%, la temperatura seca del programa sea como mínimo de 64°C y la duración del proceso haya sido de, como mínimo, 7 horas.

En los cursos y seminarios que habitualmente impartimos sobre este tema a industriales y usuarios, es habitual que los asistentes no sólo pregunten sobre qué secadero pueden emplear y cuales deben ser sus características mínimas, sino también sobre cuáles son los precios más correctos a establecer como pago por las prestaciones del servicio de secado y tratamiento térmico de paletas de

madera, toda vez que en muchos casos estas operaciones se llevan a cabo en los aserraderos y no en las instalaciones de los fabricantes de las paletas. Para atender a la primera de las preguntas, la referida a los aspectos técnicos del secadero, podemos aportar los siguientes datos:

● **Sistema de calefacción.** ma de calefacción. En principio valen todos los que permitan asegurar dentro de la cámara una temperatura mínima de 64° C. Esto pone en seria duda a los sistemas por bomba de calor, salvo que cuenten con energía de apoyo.

● **Sistema de humectación.** Los sistemas por vapor (bateas) son los más recomendables, porque no provocan saltos térmicos en el secadero, pero también son admisibles los de aspersión de agua fría o caliente siempre que la potencia del sistema de calefacción sea tal que permita mantener los 64°C antes citados mientras se está vaporizando.

- Acabados interiores. Como en los restantes secaderos de madera, es altamente recomendable que el acabado interior sea en aluminio y/o acero inoxidable.

### ● Dimensiones interiores.

- Altura hasta el falso techo. Es deseable que en el secadero las paletas se dispongan en pilas de tres metros de altura (aproximadamen-

te 20 paletas) ya que ésta suele ser la altura máxima de transporte de un camión convencional. Por dicho motivo se recomienda una altura libre suelo-falso techo de 3,50 metros, ligeramente inferior a la habitualmente empleada en los secaderos tradicionales. En ocasiones la presencia de alturas mayores se suple con la instalación de unos faldones de techo algo más largos.

- Longitud y fondo (planta): Estas dimensiones dependerán del volumen o número total de paletas que se desee tratar/secar al mismo tiempo, lo cual a su vez es función de la producción anual deseada y del tiempo medio del proceso de secado y/o tratamiento térmico. Es habitual que estas dimensiones sean, en todo caso, múltiplos de las dimensiones en planta de la paleta, permitiendo que en su interior quepan cargas completas de camión (dos camiones, tres camiones, etc.).

Así, por ejemplo, si nos fijamos en el caso de las paletas 1200x800 tipo europeo, la longitud del secadero deberá ser múltiplo de 1200mm (más los pasillos laterales) y la profundidad múltiplo de 800 mm (más los pasillos frontal y trasero). Por otra parte, un camión tipo estándar carga 33 pilas de 18 unidades, lo cual hace un total de 594 paletas.

El secadero puede diseñarse para albergar una carga



# tecnología

completa (594 paletas) o dos (1188). En el primer caso el secadero podría tener una longitud de 9,60 metros (más dos pasillos laterales de 30 cm) y una profundidad de 3,20 metros (más dos pasillos, uno frontal de 50 cm y otro al fondo de 1,5 metros).

• **Sistema de regulación y control.** El sistema de regulación y control del secadero debe ser el tradicional, pero tomando y registrando medidas cada 4-5 minutos. Debe venir acompañado (formando parte del software anterior o independiente de él) de un sistema de registro de temperaturas mediante sondas Pt100 (en número mínimo de tres), que permita el registro de la evolución de la temperatura de la madera durante todo el proceso. Hay empresas (INDITECMA) que comercializan sistemas autónomos, sencillos y baratos, que permiten resolver este problema en los secaderos más antiguos, evitando la reforma del software de control existente. Para atender a la cuestión de los precios por la prestación del servicio de secado y/o tratamiento térmico, vamos a establecer unas sencillas pautas para su determinación, considerando siempre que se hace uso de un secadero tradicional.

• **Precio por prestación del servicio de secado** (que, como hemos visto también vale para justificar el tratamiento térmico). Aquí el sistema de

cálculo es el mismo que para el del secado de la madera, si bien tomando en consideración el hecho de que al ser la cantidad de madera introducida en el secadero por cada ciclo muy inferior que en el secado de madera aserrada, el peso de las amortizaciones de equipo serán muy superiores. En el número 199 de esta revista aportamos la descripción del método de cálculo<sup>1</sup>. Los resultados en este caso serían los siguientes:

- Variables de entrada:

- Cantidad de madera a secar por ciclo: Consideremos un secadero que seca 1188 paletas 1200x800 EUR por ciclo.
- Duración del ciclo (depende del programa): Empleando temperaturas entre 70 y 85°C es esperable una duración del proceso ( $H_1=60\%$ ,  $H_2=20\%$ ) de 48 horas (2 días).

- Variables de salida:

- Coste del secado por paleta (abril 2006):
  - Caldera de biomasa: 0,82 Euros
  - Caldera Gas Natural: 1,00 Euros
  - Caldera Gas-oil: 1,60 Euros
- Producción anual por secadero: 178.200 paletas.

## • Precio de la prestación del servicio de tratamiento

**térmico.** Aquí el cálculo es algo más complicado por cuanto no existe experiencia práctica sobre cuál es el consumo real de energía que conlleva exclusivamente el proceso de tratamiento térmico, y hay que basarse en cálculos mucho más teóricos considerando el calor específico de la madera verde y el gasto energético requerido por calentamiento del secadero.

Las variables a considerar para el cálculo son las mismas que en el caso anterior: Una primerísima aproximación al cálculo sería la que figura seguidamente:

- Variables de entrada:


- Energía consumida en el proceso: 0,80 kcal/kg°C (incluye calentamiento secadero).
- Temperatura inicial: 10°C
- Temperatura tratamiento: 65°C
- Cantidad de paletas tratadas por ciclo: 1.188 (2 cargas de paletas EUR 1200x800)
- Duración del proceso (total incluyendo carga y descarga): 12 h.
- Duración del proceso (desde encendido a fin proceso): 4 h.

- Variables de salida:

- Coste del tratamiento por paleta (abril 2006):
  - Caldera de biomasa: 0,39 Euros
  - Caldera Gas Natural: 0,42 Euros
  - Caldera Gas-oil: 0,49 Euros
- Producción anual por secadero: 712.800 paletas

Para ser rigurosos en los cálculos es necesario apuntar que la estructura de costes es distinta para cada empresa y que los datos más arriba apuntados tienen el valor de servir de indicación.

Los porcentajes considerados para calcular la intervención de cada uno de los factores en el precio final son medios y están tomados de un estudio llevado a cabo por el CTBA sobre costes del secado.

En ambos casos se han realizado los cálculos considerando que se trata de secaderos tradicionales específicamente destinados al secado y/o tratamiento térmico de paletas 

PARA CUALQUIER CONSULTA SOBRE EL PARTICULAR, SE PUEDEN DIRIGIR A: [MARTACONDE@INDITECMA.COM](mailto:MARTACONDE@INDITECMA.COM)

Nota:

- <sup>1</sup> Variables consideradas para el cálculo:
  - Precio secadero: 90.000 Euros
  - Periodo de amortización: 7 años
  - Energía calorífica+energía eléctrica
  - Mano de obra para carga y descarga (como porcentaje del coste total)
  - Coste de mantenimiento (como porcentaje del coste total)
  - Costes indirectos (como porcentaje del coste total)
  - Coste seguros (como porcentaje del coste total)
  - Coste gastos financieros (como porcentaje del coste total)



## Plataforma tecnológica forestal

La Plataforma Tecnológica Forestal (PTF) ha presentado la agenda estratégica de investigación con el horizonte de 2030. Se trata de un nuevo instrumento europeo para financiar la investigación.

En efecto, las plataformas tecnológicas deben permitir a la Comisión Europea conocer mejor las necesidades de investigación en cada sector. La plataforma Bosque-Madera-Papel recoge los más importantes objetivos de este sector hasta 2030.

Pero para que los ambiciosos proyectos sean tenidos en cuenta es indispensable que los profesionales y los poderes públicos los apoyen activamente ante las autoridades europeas.

En estos momentos hay 35 plataformas tecnológicas constituidas y declaradas candidatas a beneficiarse de apoyos comunitarios. Sólo quedarán 15 ó 20 para poder recibir financiación efectiva en el marco del 7º Programa Marco. El resultado se hará público en 2006. Las plataformas deben necesariamente ser apoyadas por los industriales o sus asociaciones y federaciones o bien demostrar que

representan a todas las partes interesadas.

La PTF está presidida por Bjorn Hägglund y dirigida por Claes-Göran Beckerman.

El documento se articula en cinco Objetivos Estratégicos (OE).

### **OE 1 Desarrollo de productos innovativos en unos mercados y necesidades de consumidores cambiantes.**

- Área 1-1 Una nueva generación de envases funcionales.
- Área 1-2 el papel como partner en comunicación, educación y enseñanza.
- Área 1-3 Avances en higiene y salud.
- Área 1-4 Vivir con madera.
- Área 1-5 Construir con madera
- Área 1-6 Comercialización de valores forestales flexibles.
- Área 1-7 Mover Europa con combustibles bio.
- Área 1-8 Pasta de papel, energía y productos químicos de bio-refinería de la madera.
- Área 1-9 Química especial verde.
- Área 1-10 Nueva generación de composites.

### **OE 2 Desarrollo de procesos de fabricación inteligentes y eficientes, incluso reduciendo consumo de energía.**

- Área 2-1 Re-ingeniería de la cadena de valor de la fibra.
- Área 2-2 Más producción con menos insumos en los productos papeleros.
- Área 2-3 Reducir el consumo de energía en las fábricas de pasta de papel y papel.
- Área 2-4: Tecnologías avanzadas de la primera transformación de la madera.
- Área 2-5 Nuevas tecnologías de fabricación de productos.
- Área 2-6 Tecnologías para estimular la producción de calor y energía.

### **OE 3 Realzar la disponibilidad y uso de biomasa forestal para productos y energía.**

- Área 1-1 Árboles para el futuro.
- Área 3-2 Suministro de madera a medida.
- Área 3-3 Racionalización del reciclado de papel.
- Área 3-4 Productos de madera reciclada, un nuevo recurso.

### **OE4 Encuentro entre las demandas de recursos forestales y su gestión sostenible.**

- Área 4-1 Bosques para diferentes necesidades.
- Área 4-2 Avances en el conocimiento de los ecosistemas forestales.
- Área 4-3 Adaptar el bosque al cambio climático.

### **OE 5 El sector en una perspectiva social.**

- Área 5-1 Valoración del comportamiento global del sector.
- Área 5-2 Instrumentos para un mejor gobierno del sector forestal.
- Área 5-3 Las percepciones de los ciudadanos 