



## CALIBRACION Y VERIFICACION DE LA MEDIDA DE EQUIPOS PORTÁTILES DE ESTIMACION DE LA HUMEDAD DE LA MADERA Y DE LOS SISTEMAS DE MEDIDA DE LA HUMEDAD Y DE LA TEMPERATURA DE MADERA EN

# SECADEROS INDUSTRIALES

Dr. Juan I. Fernández-Golfín Seco, Laboratorio de Física de la madera del CIFOR-INIA (golfin@inia.es). Ctra de La Coruña km 8, 28040 Madrid  
Dra. Marta Conde García, INDITECMA (martaconde@inditecma.com). Cerro de Valdecahonde 8, At B. 28023 Madrid. Tfn 913573277

Curso de información in-situ sobre secado a operadores de secaderos

### Calibración y verificación de equipos portátiles de medida de la humedad (xilohigrómetros)

La exigencia de calibración anual e inspección periódica de los equipos portátiles de medida de la humedad (xilohigrómetros) queda perfectamente establecida en la norma armonizada EN 14081-1 para todos aquellos fabricantes que deseen comercializar madera aserrada con criterios de resistencia.

Analizando con un poco de atención lo establecido en la norma EN 14081-1:2011 respecto de la medición del contenido de humedad, se observa que en el apartado 5.1.1 de la citada norma se cita textualmente “El contenido de humedad deberá ser determinado de acuerdo con EN 13183-2 ó EN 13183-3. La precisión del aparato de medida de la humedad deberá ser de  $\pm 2\%$ ”.

Por otra parte, en el apartado 6.3.2.2.1 de la misma norma se cita textualmente que “Todos los equipos de pesada, medida y ensayo deberán ser calibrados y regularmente inspeccionados de acuerdo con procedimientos, criterios y frecuencias documentados “. En una nota al pie en este mismo apartado se cita que “La calibración de los medidores de humedad deberá ser controlada, al menos, anualmente”.

Para poder cumplir con los requisitos de la norma armonizada y poder contar en la práctica con la precisión mínima impuesta por ella, es necesario someter a los aparatos de medida a procesos específicos de calibración para maderas concretas, lo cual obliga a que los laboratorios de calibración conozcan previamente las curvas que relacionan las variables a medir por el aparato (Resistencia eléctrica o capacitancia) con la variable de salida (contenido de humedad). Hay que apuntar, incluso, que en el caso de que las maderas incorporen tratamientos de alguna clase (químicos o físicos) es necesario que las curvas empleadas en la calibración hayan sido obtenidas sobre maderas de la especie considerada pero tratadas con el tratamiento considerado. De acuerdo con lo anteriormente citado no son admisibles para el correcto cumplimiento de lo exigido por la norma armonizada EN 14081-1:2011 las calibraciones de tipo general, supuestamente válidas para todas las



especies, debiéndoselas considerar tan sólo como verificaciones del correcto funcionamiento de los aparatos de acuerdo con sus curvas internas de calibración (incluidas por el fabricante del aparato y desconocidas tanto por los usuarios como por los laboratorios de calibración).

Por otra parte, es necesario apuntar que para poder determinar la precisión final del aparato es fundamental no solo el conocimiento de las curvas que relacionan la variable a medir (resistencia eléctrica o capacitancia) con la variable a evaluar (contenido de humedad) sino, además, el error típico de estima de las citadas curvas. De la lectura de todo lo anterior se

deduce que como paso previo para el Mercado CE de la madera aserrada clasificada estructuralmente, para la medida del contenido de humedad de la madera aserrada estructural deben emplearse aparatos calibrados anualmente, con precisión mejor que el  $\pm 2\%$  y que para conseguirlo es necesario efectuar calibraciones adaptadas a las características del sustrato a medir (especie de madera, tratamiento aplicado, etc.).

Todo esto ha sido largamente puesto de manifiesto en un extenso trabajo coordinado a nivel europeo por Forsén y Tarvainen, en el que se concluye de forma taxativa que “La mayoría de los medidores de humedad por resistencia muestran desviaciones sistemáticas de su medida respecto de los valores reales debido al incorrecto uso de curvas internas de calibración”. Por ello volvemos a reiterar que para la calibración de los medidores de humedad por resistencia no basta el empleo de cajas de resistencia (o de cajas de décadas de alto valor) sino que, además, es necesario conocer para cada material las correctas curvas de calibración (las que relacionan PARA CADA ESPECIE DE MADERA la resistencia eléctrica medida por el aparato con el valor de la humedad).

A este respecto es necesario señalar que, tras varios años de trabajo en el seno del proyecto RTA2008-00005, en el Laboratorio de Física de la madera del CIFOR-INIA, se han obtenido las curvas Resistencia-humedad (basadas en el empleo de los modelos de Samuelsson) que aseguran una precisión de medida del aparato del  $\pm 1,0\%$  para las siguientes especies y materiales:

- Pino laricio
- Pino silvestre
- Pino pinaster (gallego)
- Pino radiata
- Castaño nacional
- Castaño americano
- Fresno americano
- Roble blanco europeo
- Roble blanco americano
- Roble rojo americano
- Iroko
- Cerezo americano
- Samba
- Limba
- Tapones de corcho (natural y aglomerado)

Por otra parte y ya a nivel industrial, en el seno del Convenio de colaboración CC11-037 entre el INIA e INDITECMA, se han puesto a punto protocolos verificación (aptos para ser implementados en la propia fábrica) de equipos, que se basan en el empleo de cajas de décadas de tres, cuatro o cinco puntos (dependiendo de la especie puede ser necesario verificar el funcionamiento en puntos distintos del intervalo de medida) diseñadas específicamente para asegurar el correcto mantenimiento de la calidad de la medida de los equipos en el espacio temporal entre calibraciones. Por dicho motivo, tras una correcta calibración (efectuado en los laboratorios del INIA y con emisión de un certificado oficial) y a petición de las empresas interesadas se suministran



Calibración de equipos con clavos fijos al aparato de medida (foto INIA)



Calibración de un xilohigrómetro de resistencia empleando una caja de décadas de alto valor y las mejores curvas Resistencia-humedad (foto INIA)



Caja de resistencias de cuatro polos de uso industrial (foto INDITECMA)



# tecnología

los protocolos escritos (directamente empleables en el manual del CPF) junto con la caja de resistencias más adecuada, lo que permitirá verificar periódicamente la calidad de las medidas de los equipos en el espacio temporal entre calibraciones. Todas estas soluciones permiten asegurar, de forma sencilla y práctica, el total cumplimiento de las exigencias reglamentarias derivadas de la implantación del Mercado CE. Finalmente, para todos aquellos que trabajan con madera tratada químicamente o con especies o materiales diferentes a las listadas anteriormente, en el seno del convenio anteriormente citado, se han puesto a punto técnicas de laboratorio que permiten desarrollar de forma muy rápida las curvas patrón Resistencia eléctrica-humedad más adecuadas para asegurar el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de evaluar el contenido de humedad con una precisión mejor que el  $\pm 2\%$ .

## Verificación de sistemas de medida de la humedad de equilibrio instalados en secaderos de madera

La exigencia de una calidad determinada en la medida de la humedad de equilibrio en los secaderos de madera no queda establecida en ninguna norma específica aunque suele ser algo de lo que se quejan (en muchos casos indirectamente y sin saberlo) los industriales.

La determinación de la humedad de equilibrio (en adelante HEH) reinante en el seno de un secadero de madera forma parte del proceso de control del secado o del tratamiento térmico (NIMF-15), bien a través de la estimación de la humedad relativa o del gradiente de secado.

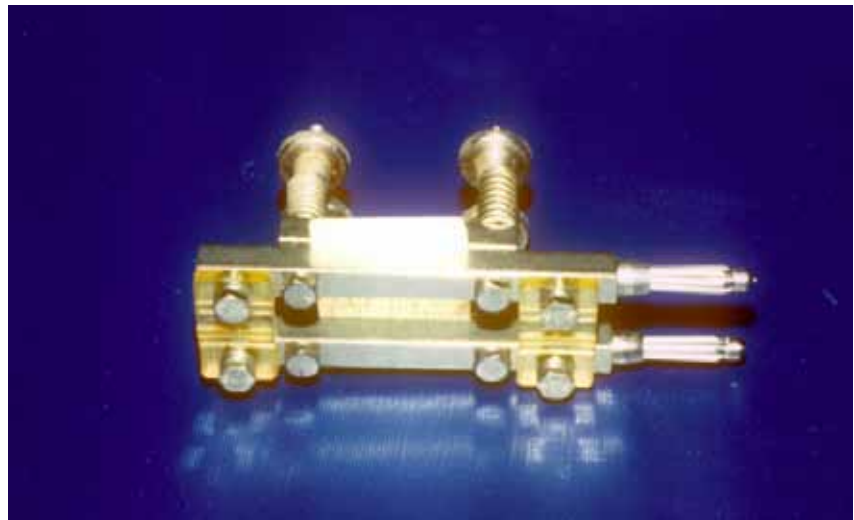
Es corriente oír a los industriales quejarse de que sus secaderos no tienen la velocidad que les prometieron los fabricantes o que tienen problemas de calidad, tales como fendas y deformaciones, más elevadas que los de la competencia.

Más allá de lo impuesto por la propia variabilidad de las características de la madera con la que trabajamos, los industriales interesados en la mejora cualitativa y cuantitativa de sus procesos y productos deben prestar una cuidadosa atención a los sistemas

de medida incorporados en su maquinaria. Así todo el mundo ve con claridad lo antieconómico de que en la sierra de cabeza el sistema de medición incorpore un error tal que las piezas salgan con sobregueso pero no es tan fácil hacer entender que si el sistema de medida de, por ejemplo, la humedad relativa de un secadero mide por exceso la madera puede ser secada en ambientes muy secos, con el consiguiente riesgo de aparición de fendas y deformaciones excesivas (por mayor rapidez del proceso). Los secaderos de madera son, sin duda, los equipos tecnológicos más complejos y más desconocidos por parte de los industriales del aserrío. Salvo honrosísimas excepciones su manejo suele estar al cargo de personal con carencias notables



Sonda de Humedad de Equilibrio (Placa de madera de limba)



Sonda de Humedad de Equilibrio (Placa de celulosa)

de formación, lo que compromete gravísimamente su funcionamiento y, por ende, la rentabilidad de todo el proceso y, por extensión, de toda la industria.

En este desconocimiento tecnológico, no es infrecuente, por ejemplo, encontrarse con industrias en las que sus secaderos están diseñados para que el sistema de medición de la humedad de equilibrio trabaje con “plaquitas” de madera de limba y sin embargo y por razones desconocidas lo está haciendo con plaquitas



Detalle del “portador” de placas (Modelo GANN)



de celulosa. Este “pequeño” cambio trae consigo errores de hasta el 2% en el valor estimado de la humedad de equilibrio, lo que a su vez puede conllevar errores de hasta el 15% en el valor de la humedad relativa. Un error de este nivel en el valor de la humedad relativa puede generar, si es por exceso, que el secado se lleve a cabo en condiciones muy agresivas, si es por defecto, en condiciones excesivamente conservadoras (alargando mucho la duración del secado).

Para hacer frente a estos problemas que afectan a la rentabilidad e imagen de toda una industria sólo tres estrategias simultáneas son posibles:

1. Formación de los operadores de secaderos (incluyendo a los que usan los equipos para el tratamiento térmico de la NIMF-15)
2. Calibración/Verificación de los sistemas de medida de los secaderos (temperatura y humedad tanto de equilibrio como relativa)
3. Suministro de elementos fungibles (plaquitas de humedad de equilibrio, sondas de temperatura y muselinas para sondas psicométricas) por parte de suministradores fiables que aseguren su perfecta adecuación a las necesidades de cada instalación.

Al igual que antes vimos que pasaba con la calibración de equipos portátiles de medida de humedad, estas labores sólo pueden ser efectuadas por personal altamente especializado, pertenecientes a Centros y empresas de reconocida solvencia en el ámbito del secado y de la medida de la humedad. En este sentido, el CIFOR-INIA ha venido trabajando en los últimos años en el seno del proyecto RTA2008-00005 para establecer las curvas Resistencia-Humedad para la madera de limba y la celulosa pura, de forma que con ellas se pueda llegar a calibrar los sistemas de medida de la Humedad de Equilibrio.

Verificación de sistemas de medida de la temperatura de madera (NIMF-15) y de la humedad relativa (sondas psicométricas) instalados en secaderos de madera

Muchos son los secaderos que emplean sondas psicométricas (bulbo


seco-bulbo húmedo) para medir directamente la humedad relativa reinante durante el proceso de secado o el de tratamiento térmico de la madera (NIMF-15).

En ambos casos la exactitud y precisión de su medida son aspectos fundamentales a la hora de garantizar la realización de un proceso eficaz y económicamente sostenible (el exceso de humedad conlleva mayores gastos por ser necesario calentar mayores volúmenes de agua).

Al mismo tiempo, cada vez es más corriente que los secaderos incorporen sistemas de medida de temperatura de madera para poder efectuar sin problemas el tratamiento térmico exigido por la norma internacional NIMF-15. De acuerdo con las disposiciones reglamentarias del Ministerio de Medioambiente, estos sistemas deben ser verificados y calibrados periódicamente.

Los secaderos de madera son instalaciones industriales con unas características muy especiales que es necesario conocer para poder efectuar las mejores determinaciones y ajustes. La consideración de los secaderos de madera como si fueran equipos de laboratorio genera enormes problemas

tanto en la calibración de sus sistemas de medida como en la justificación de los procesos de verificación exigidos por la normativa, lo cual suele llevar a continuas controversias entre los inspectores de la NIMF-15 y los industriales de la madera.

Por dicho motivo y para poder ayudar en estos procesos a los industriales de la madera, en el seno del Convenio de colaboración CC11-037 entre el INIA e INDITECMA, se han puesto a punto protocolos verificación y calibración (aptos para ser implementados en la propia fábrica) de equipos de medida de temperatura y de humedad relativa (sondas psicométricas) así como cursos formativos in-situ dirigidos a la mejora de la cualificación de todos los empleados implicados en el área del secado y tratamiento térmico de la madera. La garantía del éxito sólo se consigue mediante una sabia combinación entre conocimiento de los equipos y procesos (que como mejor se adquiere es mediante la formación in situ), disposición de los mejores protocolos o pautas para la verificación y supervisión periódica de los equipos y continuo asesoramiento por parte de personal especializado 



**Carsal**<sup>Industrias S.A.</sup>

## PUERTAS TECNICAS

**Puertas cortafuegos Ei 30 y Ei 60**

**Puertas acusticas Rw de 30 a 46dBA**

**Puertas seguridad RX y blindadas**

**Marcos en Madera, Aluminio y Acero Inox**



**Salida emergencia Ei 60**

[www.carsal.com](http://www.carsal.com)

Tfo: 948 50 70 30

[jjs@carsal.com](mailto:jjs@carsal.com)