



instalación de pavimentos de madera

SISTEMAS DE MEDIDA DE HUMEDAD DE LAS SOLERAS

Ignacio Bobadilla Maldonado. Dr. Ingeniero de Montes. UPM.
Diego Moreno López. Ing. Técnico Forestal. IEA.
Gonzalo Medina Gallego. Ing. De Montes. AITIM.

Todos los que de una forma u otra estamos ligados al sector de la madera, y más concretamente de los pavimentos, conocemos las consecuencias de realizar una instalación sobre un material húmedo, o en una obra húmeda.

Por suerte, este problema resulta fácilmente evitable en la mayor parte de los casos, ya que basta con unos controles periódicos de las condiciones ambientales de los locales y de los contenidos de humedad de los materiales.

Hoy además existen sistemas de medición sencillos y fiables, que se pueden adaptar a todas las necesidades. Solo la falta de profesionalidad puede explicar el hecho de que casi la cuarta parte

(22%) de los informes y peritaciones realizados por AITIM en los últimos años estén relacionados con problemas de humedad en instalaciones de pavimentos de madera (figura 1).

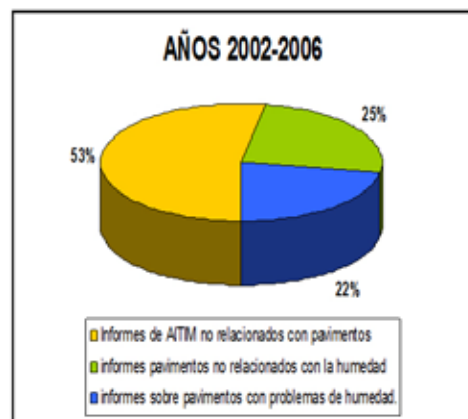
Con el objeto de facilitar las labores de control en obra, se ha realizado un trabajo de intercomparación de los diferentes y más habituales sistemas de medida de la humedad en los morteros de cemento. Algunos de estos sistemas están más o menos extendidos dentro del sector, otros no tanto. El objetivo directo de este trabajo es establecer un procedimiento, cómodo y fiable, para la medición de la humedad de las soleras de mortero de cemento, mediante la intercomparación de resultados de diferentes métodos, y el análisis de su fiabilidad y sencillez.

UN REPASO A DE LOS MÉTODOS DE MEDIDA

En primer lugar, hemos de sentar las bases de la problemática, mencionando que muchos de los materiales de construcción utilizados hoy (cementos, homigón, mortero, yesos, ladrillos, maderas y tableros, etc.), son materiales higroscópicos, es decir, tienen la capacidad de intercambiar humedad entre sí, y con el medio que los rodea.

Todos estos materiales, con el tiempo, alcanzan un equilibrio higroscópico que dependerá de las condiciones de temperatura y humedad ambientales (figura 2). Así por ejemplo, a una temperatura de unos 20°C y una humedad relativa de 60-65%, una madera se sitúa en una humedad de equilibrio que oscila, aproximadamente, entre 10 y 12%, y una solera de mortero, algo por debajo del 2%.

Si en el caso de la solera, el contenido de humedad es superior a ese equilibrio higroscópico, el exceso de agua será transmitido al medio, o a los materiales en contacto con ella, como puede ser la madera. En la bibliografía técnica (Medina, G. 2005), se estima que para humedades del soporte superiores al 4%, por cada grado de humedad de más que tenga la solera, se transmitirán



Consecuencias de la instalación de un lamparquet encolado sobre una solera húmeda. Fuente AITIM.

Figura 1: Informes realizados por AITIM entre 2002 y 2006



a la madera entre 4 y 5 puntos de humedad. No es necesario pues extenderse en esta cuestión, para darse cuenta del alcance del problema. Hoy en día existen numerosos sistemas de control del contenido de humedad de los materiales, desde los más clásicos, como el método de desecación en estufa, aún hoy considerado por la mayoría de técnicos y profesionales como método de referencia, por su fiabilidad, pasando por métodos físicos, como el de resistencia eléctrica o radiofrecuencia, químicos como el del carburo de calcio, o físico-químicos como el de la cámara de condensación, denominado por algunos autores "de

isotermas de sorción" (Urbiztondo, I. 2010) ya que en ocasiones se usan éstas para calcular el contenido de humedad.

Pasamos a continuación a hacer una breve descripción de estas metodologías.

El método de desecación en estufa

Se basa en el cálculo del porcentaje de humedad mediante pesada y desecación de una muestra o probeta.

El proceso comienza con la extracción de la muestra en la obra, esta ha de ser suficientemente representativa de la zona a medir, para ello, se recomiendan al menos 4 muestras

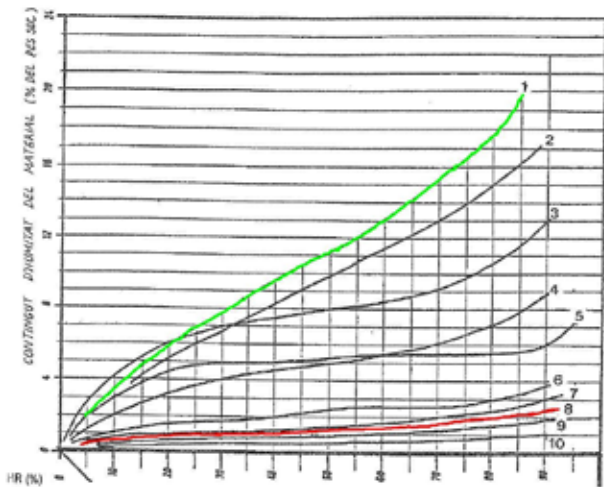


Figura 2: Humedad de equilibrio de diferentes materiales de construcción: 1 madera; 2 Laminado; 3 Tablero de partículas; 4 Tablero de fibras; 5 Homigón; 6 Homigón ligero; 7 Corcho; 8 Mortero; 9 Homigón compacto; 10 Ladrillo (Addleson, L. 1972)

por cada 100 m² de superficie (Urbiztondo, I. 2010), y al menos una muestra por habitación. La profundidad de extracción será, si es posible, de la mitad del espesor de la solera, o al menos 30 mm. Estas muestras con el objeto de evitar cambios de humedad, se recubren con algún material impemeeable, por ejemplo plástico retráctil, y se envían al laboratorio, a ser posible a la mayor brevedad. Una vez en el laboratorio, se procede al pesado en una balanza de precisión, si es posible, con una división de escala de centésimas de gramo (0,01 g). Una vez pesadas, se introducen en una estufa, a una temperatura comprendida entre 40 y 105° C hasta que se alcance el equilibrio (hasta que se sequen, para entendernos), esto sucede en 24 - 48 horas, dependiendo de la temperatura de trabajo y del tamaño de la muestra. Una vez seca la muestra, la volvemos a pesar en la balanza, y con los datos obtenidos en las dos pesadas, peso húmedo (Ph) y peso seco (Ps), calculamos el porcentaje de humedad mediante la ecuación:

$$H\% = \frac{(Ph - Ps)}{Ps} \cdot 100$$

Se trata del método más extendido por su sencillez y fiabilidad. Es considerado por la mayoría de los expertos como el método de referencia, y pese a no existir norma específica para el cálculo del contenido de humedad en morteros de cemento, la de estufa es la metodología más comúnmente descrita en la normativa europea y española de morteros, yesos, escayolas, suelos

y materiales de construcción en general (Ver apartado de normativa en la bibliografía).

Alternativas:

La temperatura de trabajo en el proceso de secado de la muestra, puede oscilar entre 40 y 105 ° C. Las normas de morteros y cementos recomiendan una temperatura entre 60 y 70° C, para no deteriorar químicamente el material, no obstante, la diferencia en el caso de utilizar morteros estándar, sin aditivos, son pequeñas, de un 8 % de incremento medio aproximado, si se pasa de 70 a 100° C, es decir: si secando la muestra a 70° C nos da una humedad del 10 %, realizando el secado a 100° C nos daría aproximadamente 10,8% (Ver figura 3). Las normas UNE EN 14246:2007 y UNE 102032:1984, recomiendan, si se desea eliminar únicamente el agua libre, temperaturas próximas a los 45° C, no obstante, en ensayos de laboratorio realizados sobre distintas muestras de mortero, han sido detectados restos de agua libre, medidos con higrómetro de carburo, incluso tras los ensayos en estufa a 100° C (Figura 4), por lo que los autores recomendamos temperaturas medias, cercanas a 60-70° C.

Ventajas:

- Se trata de un método muy extendido y conocido, tanto a nivel nacional como internacional y es el único actualmente recogido en la normativa europea y española.
- Fácil y sencillo en su ejecución

- Funciona en cualquier rango de humedades
- Es muy fiable
- Generalmente accesible, ya que no requiere equipos complejos ni especialmente caros, basta con una balanza y una estufa.
- Permite la medición por estratos, a diferentes profundidades, si se decide así en la toma de muestras, lo cual permite analizar el estado del proceso global de secado.
- Sirve también para otros materiales, incluida la madera.

Inconvenientes:

- Es un método destructivo, es decir, parte de la solera quedará afectada y habrá que repararla.
- Es lento, se necesitan entre 48 y 96 horas dependiendo de si disponemos o no de los equipos o de un laboratorio cercano. Si hemos de depender de un laboratorio externo, el coste económico

- del ensayo (unos 60-100 euros por muestra), también puede ser un inconveniente.
- Los equipos, aunque sencillos, no suelen estar disponibles en obra.
- En la extracción de la muestra no se deben utilizar taladradoras ni sienes con disco de widia, ya que el rozamiento produce altas temperaturas que evaporan parte del agua. Se debe utilizar un escoplo y una maceta, o si se dispone de él, un martillo neumático de pequeñas dimensiones (< 1000 w), mucho más cómodo y rápido.
- No se puede aplicar en instalaciones de suelo radiante, ya que se corre el riesgo de deteriorar la instalación de agua al obtener las muestras.

El método de resistencia eléctrica

Se trata de un método de medición indirecta, basado en un parámetro de fácil determinación con el equipo

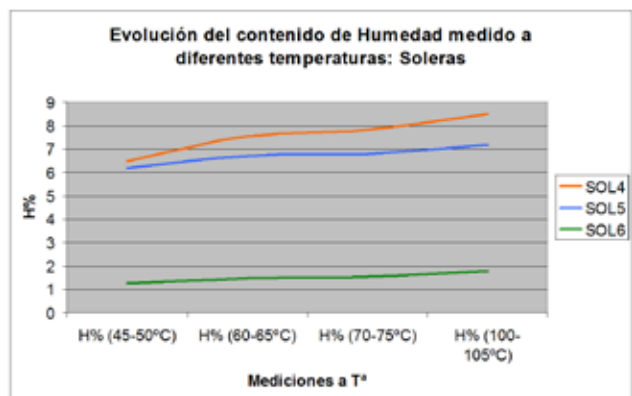


Figura 3: Evolución del contenido de humedad de muestras de mortero calculado a diferentes temperaturas de estufa

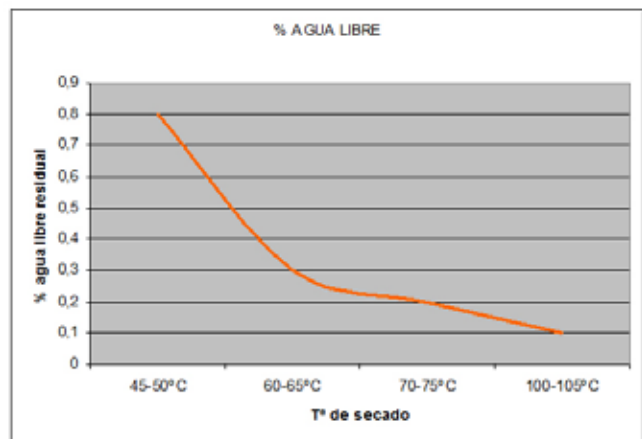


Figura 4: Gráfico de agua libre residual medida con higrómetro de carburo tras los ensayos en estufa a diferentes temperaturas.



Fotografía 2: Fases en el método de desecación en estufa Extracción de la muestra, pesado y desecación

adecuado, como es la resistencia eléctrica, ya que esta, es inversamente proporcional al contenido de humedad, de forma que, a mayor humedad, menor resistencia y viceversa. Después del método de estufa visto, es el más extendido, ya que se aplica también en el cálculo de contenido de humedad de la madera. Por tratarse en este caso de un material duro, es necesario realizar dos taladros para poder colocar los electrodos. El fabricante del equipo utilizado dará las instrucciones pertinentes para realizar la medida correctamente. En nuestro caso, se ha utilizado uno de los modelos más extendidos, de la marca GANN, el modelo HI85T. Este fabricante recomienda realizar taladros de 6 mm de diámetro, separados unos 100 mm y con una profundidad de

la mitad del espesor de la soleta, o al menos 30 mm. Una vez hechos los taladros, se rellenan con una pasta de contacto, suministrada por el fabricante del equipo, y en esta pasta se introducen los electrodos (pueden ser clavos) y se conecta el equipo. La lectura en este caso no nos da un valor de humedad, sino que tiene que ser interpretada en un gráfico que nos dará una medida de humedad.

Alternativas:

Se puede sustituir la pasta de contacto, cara y difícil de encontrar (solo la venden los distribuidores del equipo), por arcilla común, y los resultados son estadísticamente iguales. Eso si, la arcilla no nos durará tanto, ya que se seca con facilidad y una vez seca no se recupera, pero siempre podremos comprar más en cualquier gran superficie, y a un precio muy asequible.

Si no disponemos ni de pasta ni de arcilla, podemos introducir directamente clavos o tirafondos (nunca los electrodos directamente, ya que en el proceso de introducción es frecuente que se deterioren). Si optamos por este método, el diámetro del taladro habrá de ser ligeramente inferior al diámetro del clavo o tirafondo, para asegurar un buen contacto con el material, además resulta útil rellenar los huecos que puedan quedar entre el orificio y el clavo o tirafondo, con el polvo generado en el taladro. Las mediciones en el sistema que utiliza clavos son más irregulares, ya que el contacto también lo es, por lo que nosotros recomendamos los tirafondos. Estos han de ser robustos, de al menos 50-60 mm de longitud, 4-5 mm de diámetro y cabeza hexagonal, ya que se introducen mucho mejor con llave que con destornillador.

Ventajas:

- Se trata de un equipo conocido y muy extendido y que permite controlar también la humedad de la madera.
- Es rápido y sencillo de utilizar.
- Fiable si se siguen las recomendaciones del fabricante.
- Generalmente accesible, incluso en la obra.
- Permite mediciones por estratos, variando la profundidad de los taladros.

Inconvenientes:

- Es semidestructivo, ya que requiere unos taladros, aunque estos, no suelen requerir de reparación posterior, sobre todo si quedan rellenos con la pasta o la arcilla.
- Solo funciona con humedades inferiores al 7%, por encima no sabremos la humedad de la muestra.
- Durante el proceso de secado, los resultados dependen mucho de la profundidad del taladro, por lo que son orientativos. Es recomendable que la profundidad de la medida sea al menos la mitad del espesor de la solera.
- Cuando la solera tiene aditivos, como sales, el resultado se puede desvirtuar. Esto sucede por ejemplo en algunos morteros de secado rápido. Los fabricantes suelen, en estos casos, facilitar tablas de conexión.
- No se puede aplicar en instalaciones de suelo radiante, por los mismos motivos vistos anteriormente.

El método del Carburo de Calcio

Este método, se basa en la reacción química entre el carburo de calcio (Ca C₂) y el agua que contiene el material que se evalúa, en esta reacción se produce hidróxido de calcio (Ca (OH)₂) y acetileno (HC - CH), este último, es un gas. Si el recipiente en que se produce la reacción química esta cerrado, el acetileno provocará un incremento de presión, que es proporcional a la cantidad de gas producido. Como a su vez, el gas producido, es proporcional a la cantidad de agua presente en la reacción, podemos concluir por tanto, que la presión es proporcional a la cantidad de agua contenida en la muestra. En un recipiente hermético, colocamos un manómetro calibrado que nos dará la lectura en unidades de presión, y su equivalencia en humedad. Se trata de una metodología muy segura, pero más compleja en su ejecución que las anteriores, y por tanto menos extendida. En primer lugar debemos obtener una muestra de solera de al menos 20g representativa de todo el espesor, o al menos 30 mm (el equipo permite medir menos, pero no es recomendable, ya que se pierde representatividad). Se titura la muestra hasta que quede reducida



Fotografía 3: Fases en el método de resistencia eléctrica. Realización de los orificios, introducción de la pasta de contacto, colocación de electrodos y lectura.

a polvo, se pesa en una balanza de precisión, con al menos décimas de gramo de división de escala (preferible centésimas). Introducimos la muestra en la botella del equipo, junto con una ampolla de carburo de calcio y unas bolas de acero, ambos productos suministrados por el fabricante del equipo. Cerramos el recipiente, y lo agitamos vigorosamente durante unos minutos (se recomienda que sean al menos 5 minutos) y posteriormente se deja en reposo entre 15 y 25 minutos más, con agitaciones cada 5 minutos aproximadamente. Transcurrido este tiempo, en total, entre 20 y 30 minutos, podemos realizar la lectura en el manómetro, de la humedad de la muestra introducida. Una vez finalizado el ensayo, se abre el recipiente con precaución, para liberar el gas a presión (ojo, que el acetileno es un gas muy inflamable).



Fotografía 4: Medición con tirafondos de cabeza hexagonal en el método de resistencia eléctrica

Ventajas:

- Es un método fiable y seguro (el más fiable de los métodos portátiles en obra).
- Es relativamente rápido (30-45 minutos por medida), en relación con el método de estufa.
- Sirve para otros materiales de construcción como los yesos.
- Permite mediciones por estratos, igual que los métodos anteriores, tomando la muestra a diferentes profundidades.

Inconvenientes:

- Es un método destructivo, igual que el método de estufa.
- Solo permite medir, con las escalas preparadas en el equipo, humedades inferiores al 8%, aunque utilizando las tablas que da el fabricante, podríamos medir humedades más altas.
- La bondad del resultado, dependerá, como en los casos anteriores, de la representatividad de la muestra.
- La metodología es más compleja que en los métodos alternativos, aunque con algo de entrenamiento, resulta también muy mecánica.
- No puede medir la humedad de la madera.
- No se puede utilizar un taladro percutor para obtener la muestra, ya que como sucedía con el método de estufa, el rozamiento seca

la muestra extraída, y desvirtúa por tanto el resultado final. El equipo suministra un cincel y un martillo para extraer la muestra, pero resulta muy incómodo y difícil de utilizar, sobre todo si pretendemos profundizar más de 30 mm. Nosotros recomendamos el uso de un martillo neumático percutor de menos de 1000 vatios.

- Se consumen ampollas de carburo de calcio para los ensayos, y de agua, para las calibraciones, y este material, hay que reponerlo cada cierto número de ensayos, encareciendo el análisis.
- No se puede aplicar en instalaciones de suelo radiante, por los mismos motivos vistos anteriormente.

Los métodos de Contacto: Alta frecuencia y Capacitivos

Se basan unos (los de alta frecuencia), en la medición de la pérdida energética por absorción y dispersión, de las ondas de alta frecuencia (microondas), en el material de ensayo, los otros (los capacitivos), en la medición de la variación del campo eléctrico. En los dos casos, las variaciones están influenciadas por la humedad.

Este tipo de equipos esta cada vez más extendido, debido a la facilidad y rapidez de manejo, y a que se pueden utilizar con variedad de

materiales, incluida la madera. Basta con situar el equipo sobre el material de ensayo, o la superficie de medida, que previamente habremos limpiado, con un paño seco, o cepillo, para eliminar el polvo e irregularidades. Ajustamos el selector de medida al material a ensayar, de acuerdo con las instrucciones del fabricante (si el equipo tiene esta opción). Realizamos la lectura.

Ventajas:

- Se trata del método más rápido y sencillo.
- Son totalmente NO destructivos.
- Sirven generalmente para otros materiales de construcción, incluida la madera.
- Permiten hacer muchas mediciones en poco tiempo, por lo que resultan muy útiles cuando hay que analizar grandes superficies.
- Se pueden aplicar en instalaciones de suelo radiante, aunque el agua del circuito, si está lleno, puede desvirtuar ligeramente los resultados dependiendo del equipo utilizado.

Inconvenientes:

- La medida es, en general, menos fiable que con los métodos alternativos. Son más para tantear el estado general, que para obtener un valor definitivo de la humedad.
- Hay una importante cantidad de marcas y modelos en el mercado, con comportamientos muy diferentes, y por tanto, diferentes grados de fiabilidad.
- Existen muchos factores de influencia no controlados (Temperatura, irregularidades superficiales, electricidad estática, etc) que pueden desvirtuar los resultados sensiblemente.
- No se puede hacer una medición por estratos, ni siquiera controlar la profundidad de medición.

El método de la cámara de condensación

Basado en metodologías experimentales utilizadas por diversos profesionales del sector, utiliza la velocidad y volumen del intercambio de humedad, que los materiales higroscópicos tienen con el medio que los rodea. Algunos técnicos que trabajan a pie de obra han utilizado y utilizan este método, para detectar



Fotografía 5: Fases en la medición con el método del carburo de calcio. Extracción, titulación, pesado y medición

materiales muy húmedos, aunque no ofrece datos concretos sobre el grado de humedad. Métodos similares se utilizan en el norte de Europa, países escandinavos y Reino Unido, bajo la denominación de "método de las isotermas de sorción" (Ubiztondo, I 2010).

En nuestro caso, se trata de cubrir el material a testear con un elemento impermeable al agua y al vapor, por ejemplo un plástico, y comprobar si se producen condensaciones en la superficie, manchas de humedad en el mortero o grandes incrementos de humedad del aire en el interior, bajo la superficie impermeable. Si es así, el contenido de humedad del material de ensayo, la solera en este caso, será con toda probabilidad, superior a los valores recomendados por la normativa y el buen hacer (2,5%). En EEUU, por ejemplo esta es una práctica habitual en la instalación de pavimentos sobre homigones y morteros (Woodweb Inc, 2001, Schnell, Don I 2001). Una forma algo más técnica de utilizar este método, consiste en introducir dentro de la cámara creada mediante el elemento impermeable, un higrómetro capaz de registrar los valores de humedad del aire. Si la humedad del material, es superior al equilibrio higroscópico



Fotografía 6: Detalle de la escala de medición del higrómetro de carburo

para la temperatura de trabajo, el exceso de humedad sale del material y satura la atmósfera encerrada dentro del elemento impermeable con rapidez. Esta velocidad de saturación, será mayor, cuanto mayor sea el contenido de humedad del material de ensayo. Solo tendremos por tanto que medir la velocidad para tener una estimación de la humedad de la solera.

Empezamos por tanto, creando un recinto reducido (unos 30 x 30 cm) en el que controlar la atmósfera de humedad, para ello, se puede utilizar un film plástico pegado por los bordes con cinta adhesiva, o un recipiente abierto por una de sus caras (fotografía 8). En el interior colocamos un higrómetro, y durante 20 a 25 minutos, registramos la humedad del aire que mide el equipo, cada minuto, los primeros 5, cada 3 minutos, los 15-20 restantes. Obtenemos con estos datos, un perfil de incremento de humedad (Figura 5) que varía mucho con la humedad del material, sobre todo en el tramo inicial correspondiente a los primeros 10 minutos.

Ventajas:

- Se trata de un método sencillo y relativamente rápido.
- NO destructivo de verdad.
- Sirve para otros materiales de construcción.
- El equipo necesario es económico y accesible (Un film plástico, cinta adhesiva y un higrómetro).
- Se pueden aplicar en instalaciones de suelo radiante.

Inconvenientes:

- Es un método aún por explorar. Da una idea del estado, pero aún no ofrece datos concretos del contenido de humedad.
- Existen factores de influencia que habría que controlar (Temperatura, superficie de trabajo, etc.)
- No permite medir por estratos.

CONCLUSIONES

En la figura 6 se recoge un ábaco, que basado en los resultados de este trabajo, compara de forma aproximada, las medidas con los diferentes equipos utilizados y permite por tanto estimar los resultados de un equipo con los datos de otro.

De todos los ensayos realizados, se desprende además que en general, las diferencias de medida entre unos equipos y otros se van reduciendo conforme la humedad de equilibrio de la solera disminuye (son diferencias de tipo porcentual, y por tanto dependen en gran medida del valor absoluto de la medida realizada),

pudiendo alcanzar inicialmente discrepancias de 3 o 4 puntos con humedades superiores al 5-6% y de 1 punto, con humedades en torno al 2-3%, ya admitidas como aceptables por la norma de instalación (UNE 56810:2002 Suelos de madera. Colocación. Especificaciones).

Por otro lado los métodos de estufa y resistencia eléctrica (con pasta o tomillos), resultan estadísticamente iguales, mientras que los valores del higrómetro de carburo CM, quedan entre 1 y 1,5 puntos por debajo, de media. Algunos autores justifican esta discrepancia por la pérdida, en el método de estufa, de parte del agua de constitución del mortero, cosa que no sucedería en el método químico. No obstante ha de tenerse en cuenta, que los valores de humedad recomendados en la normativa, han sido calculados con el método de desecación en estufa, considerado, pese a que tiene sus detractores, como método de referencia, por la gran mayoría de los técnicos y expertos consultados. Por otro lado, no se han encontrado trabajos publicados que justifiquen la problemática de la medición en estufa, ni su interferencia con el agua de constitución. El método de desecación en

estufa sigue siendo hoy, pese a sus posibles inconvenientes, el más utilizado y recomendado por los ingenieros, arquitectos y especialistas en materiales de los laboratorios de control consultados.


De los métodos portátiles, para obra, el método químico, con el higrómetro de carburo CM, es el más fiable. El método de resistencia eléctrica resulta así mismo bastante fiable, pero depende más de la correcta ejecución. Caso de utilizar este último equipo, se recomienda utilizar pasta de contacto o arcilla, y si no se dispone de ella, utilizar tirafondos como electrodos en lugar de clavos, ya que los tirafondos garantizan un mejor contacto con la solera. Este equipo además tiene la ventaja de permitirnos medir también la humedad de la madera. Los sistemas de radiofrecuencia son en general los que mayor variabilidad de resultados presentan, no obstante debido a su sencillez y comodidad resultan muy apropiados para testeos preliminares o de grandes superficies, complementando estos resultados con otras técnicas no destructivas o de laboratorio. La tabla 1 recoge un resumen de valoración de los sistemas descritos.

| MÉTODO | Fiabilidad | Información | Tiempo de ejecución | Daño en la solera | Dificultad de ejecución | Rango de medida | Aplicable sobre suelo radiante |
|-------------------------------|------------|-------------|---------------------|-------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Higrómetro CM Carburo | 1-2 | 1-2 | 2 | 3 | 3 | <8% | NO |
| Radiofrecuencia/Capacitivo | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | - | SI |
| Xilohigrómetro con pasta | 2 | 2 | 1-2 | 2 | 2 | <7% | NO |
| Xilohigrómetro con clavos | 2-3 | 2 | 1 | 2 | 1-2 | <7% | NO |
| Xilohigrómetro con tirafondos | 2 | 2 | 1 | 2 | 1-2 | <7% | NO |
| Estufa de desecación | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | - | NO |
| Cámara de condensación | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | - | SI |

Tabla 1: Tabla resumen de valoración de los diferentes métodos utilizados.

La valoración puede ser 1 (mejor), 2 (intermedio) y 3 (peor). Los elementos de juicio son la fiabilidad de la medida y el equipo, la información que ofrece este, el tiempo de ejecución del ensayo, el deterioro ocasionado en la solera, el grado de dificultad de ejecución del ensayo, el rango de medida si existe, y por último, la aplicabilidad en suelos radiantes.

En armonía
con la
naturaleza

madera aserrada de abeto, pino, alerce
madera mecanizada
DUO-/TRIO-/MULTILAM
madera empalmada con certificado 
tableros alistonados y tricapa **lipbled**.
estructuras prefabricadas de madera
pellets

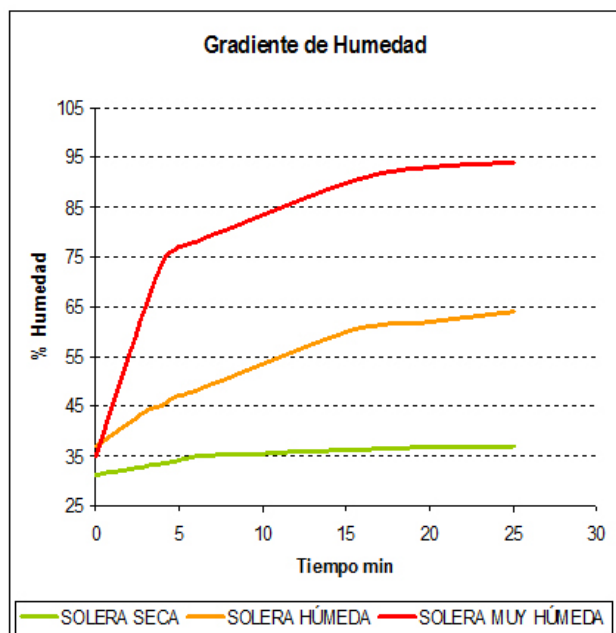


Figura 5: Gradiente de humedad en la burbuja en soleras con diferentes grados de humedad

y en las zonas potencialmente más problemáticas de estas habitaciones, que den valores de humedad más altos, realizar una toma de muestras, bien para su medición en estufa, si se dispone de esta posibilidad, o para su testeo con el higrómetro CM. Otra opción menos destructiva, sin necesidad de extraer muestras, sería el uso de medidores de resistencia en las 4 habitaciones.

En cualquier caso lo más recomendable es utilizar una combinación de sistemas o equipos, que nos permita cubrir una gran superficie de trabajo en un tiempo limitado y con suficiente fiabilidad. Algunos técnicos recomiendan entre 4 y 6 mediciones cada 100 metros cuadrados. Como ejemplo de trabajo, podemos sugerir que en una vivienda de 120 metros cuadrados con 3 dormitorios, salón, cocina y dos baños, se realice un testeo con equipos de radiofrecuencia en toda la superficie de dormitorios y salón (donde generalmente se instala la madera),

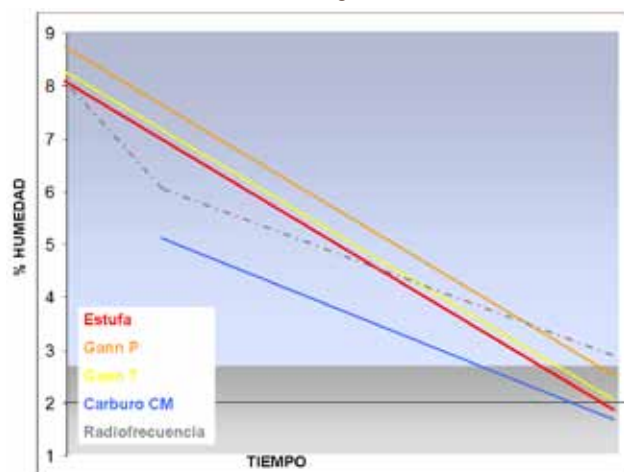
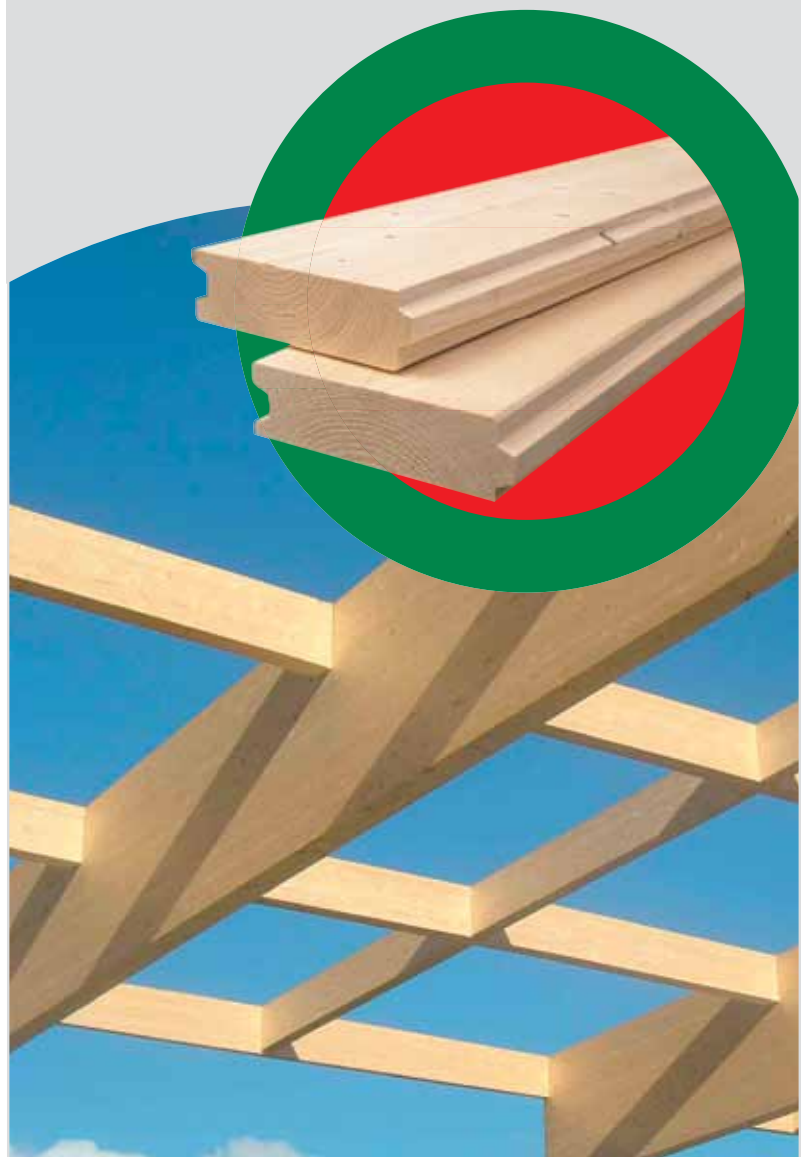


Figura 6: Ábaco comparativo de los diferentes sistemas de medición y sus resultados. En ordenadas se recoge el tiempo transcurrido de ensayo, en abscisas la humedad de equilibrio de la solera medida con los diferentes equipos a lo largo del tiempo





BIBLIOGRAFÍA

- Addleson Lyall. 1972. Materials for building. Volume 2. Water and its effects-1. Ed. Newnes.
- Carlo Cesari, Luisella Gelsomino, Sandro Massa. 1993. Manual de diagnosi i tractament d'humitats. CAATB, Barcelona.
- Gonzalo Medina Gallego. 1999. Medidas de humedad en Pavimentos. BIT AITIM n° 202.
- Gonzalo Medina Gallego. 2005. Pavimentos de madera. Manual de Instalación. AITIM.
- Jerónimo Lozano Apolo. 2003. Patología de la edificación y reestructuración del patrimonio. Departamento de Ingeniería de fabricación. Universidad de Oviedo.
- Juan Urbiztondo. 2010. Manual práctico de control de la solera. Federación española de pavimentos de madera.
- Schnell, Don I. 2001. Measuring and removing moisture in concrete. IIW RESIN Technologies. Bulletin 312.
- Varios autores. 2001. Installing hardwood floors over concrete slabs. Woodweb Inc. www.woodweb.com. (Consulta Marzo 2011).
- Varios autores. 2006. Test for moisture when installing hardwood. Woodweb Inc. www.woodweb.com. (Consulta Marzo 2011).



Fotografía 8: Método experimental de la cámara de condensación. Detalle de la burbuja aislada con el higrómetro en su interior



Fotografía 7: Algunos ejemplos de medidores de contacto por radiofrecuencia o capacitivos

Normas de consulta:

- UNE EN 1015-10: 2000 Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 10: determinación de la densidad aparente en seco del mortero endurecido.
- UNE EN 1015-18: 2003 Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 18: Determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad del mortero endurecido.
- UNE EN 80220: 2000 Métodos de ensayo de cementos. Análisis químico. Determinación de la humedad.
- UNE 56810: 2002 Suelos de madera. Colocación. Especificaciones.
- UNE EN 14246:2007 Placas de escayola para techos suspendidos. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.
- UNE 102032:1984. Yesos y escayolas de construcción. Método de análisis químico.
- UNE 103300:1993. Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa.
- UNE EN ISO 12570:2000. Prestaciones higrotérmicas de los productos y materiales para edificios Determinación del contenido de humedad mediante secado a elevada temperatura. ▲

Sesiones técnicas a arquitectos de Garnica Plywood

GARNICA Plywood, abre nuevos mercados, nuevos nichos. Con una dilatada trayectoria de I+D+i, está apostando por la investigación, y la formación a prescriptores del mundo de la construcción y la decoración.

Con su nueva gama de tableros técnicos, ofrece soluciones integrales en madera para la construcción: nuevos productos orientados tanto a obra nueva como a rehabilitación. Son productos técnicos de alto valor añadido, con propiedades mejoradas, que responden a las exigencias del Código Técnico de la Edificación respecto a resistencia al fuego, aislamiento térmico y aislamiento acústico.

Como parte de esta estrategia de formación e información, GARNICA está ofreciendo sesiones técnicas formativas a prescriptores del sector de la construcción/rehabilitación, por toda la geografía nacional, presentando este nuevo catálogo abierto de productos así como las ventajas de trabajar con un material ligero, sostenible y con altísimas prestaciones técnicas y decorativas

Todo es posible. Sin limitaciones

En estas sesiones técnicas se establece un intercambio de conocimientos, para llegar a determinar las necesidades concretas de cada proyecto. Es así como GARNICA desarrolla sus tableros técnicos: composiciones y acabados "ad hoc", personalizados y adaptados a las necesidades de cada prescriptor. Se trata de una labor conjunta, que busca aprovechar al máximo sinergia entre el fabricante y el prescriptor: objetivo perseguido, análisis de soluciones, innovación, reducción de costes, reducción de plazos...Cada prescriptor puede llegar a diseñar su propio panel, el más apropiado para cada ocasión ▲

Día Internacional de la Diversidad Biológica

El Día Internacional de la Diversidad Biológica que se celebró el pasado 22 de mayo tuvo este año como lema "La Diversidad Biológica Forestal".

Con datos la FAO, la superficie de bosques en el mundo es de poco más de 4 mil millones de hectáreas, de esa superficie sólo 366 millones, el 9%, tienen como función primera la conservación de la diversidad biológica, América del Norte es la región que mayor superficie forestal reserva para la conservación de la biodiversidad con el 26% del total, seguido de América Latina y Caribe con el 23%, Asia-Pacífico con el 22%, África con el 15%, Europa con el 10% y el Cercano Oriente con el 4%. Con respecto a la década anterior el aumento de la superficie reservada para la conservación de la biodiversidad ha sido del 20%, lo que indica la importancia que la sociedad atribuye a esta función del bosque como inmenso laboratorio natural y genético, que sirve para el descubrimiento plantas genéticamente mejoradas, de nuevas medicinas y alimentos. Los bosques son uno de los depósitos más importantes de diversidad biológica terrestre. Las zonas en que la superficie de la biodiversidad ha crecido más en la última década, han sido América Latina y Caribe, que ha crecido un 55% y Europa en que ha crecido un 26% ▲