

La humedad de la balas de paja y su medición

Pautas para elegir un humidímetro

Autora: Lucile Couvreur, Ingeniera de materiales (miga, oficina rural de arquitectura y construcción / www.eco-miga.es)

¿Porque medir la humedad de la paja ?

Existen unos aparatos muy prácticos para medir la humedad de las balas de paja: los humidímetros. Originalmente diseñados para la agricultura, estos medidores también nos pueden ser muy útiles a nosotros, constructores, en diferentes momentos:

- En el empaçado, para asegurarnos de que la humedad de las balas no es demasiado alta
- Durante el periodo de almacenamiento de la paja, si sospechamos que algunas de nuestras balas se hayan podido mojar (para saber cómo almacenar correctamente las balas de paja haz clic [aquí](#))
- Una vez las balas colocadas, si accidentalmente la lluvia hubiese mojado un muro desprotegido.

En todos estos momentos, lo que buscamos es comprobar que la humedad de la bala no es demasiado alta para prevenir la aparición de hongos en nuestro material. Si bien es cierto que una persona acostumbrada a manejar la paja puede evaluar este riesgo con un simple análisis sensorial (vista, tacto, olor, etc), en algunos casos no está demás poder medir la humedad con precisión mediante un aparato electrónico.

Además, conocer este dato es indispensable si queremos evaluar con precisión la densidad de una bala. En efecto, cuanto más húmeda la bala, más pesa, y esto nos puede “engañar” a la hora de seleccionar el material. Tenemos que pensar que tras el empaçado, la bala se va a secar, y por lo tanto, pesará menos en el momento de la puesta en obra. Este tema nos puede preocupar sobre todo en el caso de emplear la técnica de construcción “Nebraska” o “paja portante” en la que la paja tiene un rol estructural (para esta técnica se recomienda usar balas con una densidad de al menos 110kg/m³, en vez de 90kg/m³ para las demás técnicas).

¿Cómo se mide la humedad?

La humedad de un material se mide en % y es una medida de la proporción en peso del agua contenida en el material. Podemos medir la humedad en base al peso seco o la humedad en base al peso húmedo:

$$\begin{aligned} \text{Hp.seco}(\%) &= \text{peso de agua}(\text{kg}) / \text{peso del material seco}(\text{kg}) \\ &= \text{peso de agua}(\text{kg}) / (\text{peso del material húmedo} - \text{peso de agua})(\text{kg}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hp.húmedo}(\%) &= \text{peso de agua}(\text{kg}) / \text{peso del material húmedo}(\text{kg}) \\ &= \text{peso de agua}(\text{kg}) / (\text{peso del material seco} + \text{peso de agua})(\text{kg}) \end{aligned}$$

Ejemplo: para una bala de paja de 20 kg que contiene 3 kg de agua:

$$\text{Hp.seco} = 3/17 = 17,6\%$$

$$\text{Hp.húmedo} = 3/20 = 15\%$$

La relación entre humedad en base al peso seco y al peso húmedo no es lineal. La siguiente tabla nos da equivalencia entre un valor y el otro:

Hp.húmedo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hp.seco	1	2	3,1	4,2	5,3	6,3	7,5	8,7	9,8	11,1

Hp.húmedo	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Hp.seco	12,3	13,6	15	16,3	17,6	19,1	20,5	22	23,5	25

Hp.húmedo	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Hp.seco	26,6	28,1	29,8	31,6	33,3	35,1	37	38,9	40,9	42,9

Hp.húmedo	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Hp.seco	45	47,1	49,5	51,6	53,8	56,3	58,8	61,2	64	66,7

Hp.húmedo	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Hp.seco	69,6	72,5	75,5	78,6	81,8	85	88,7	92,4	96	100

En la práctica, cuando estamos frente a una bala de paja, y teniendo a mano una balanza, solo podemos acceder a un dato: su peso húmedo. Es imposible conocer su peso seco, y por lo tanto, la cantidad de agua que contiene. Entonces, cómo hacer para saber su humedad?

La única forma es teniendo un humidímetro, consistiendo en un aparato con una aguja metálica que se pincha en la bala de paja y que mediante una medida de conductividad (o resistividad), calcula su humedad (cuanto mejor se conduce la corriente eléctrica, más humedad contiene la paja). Es aconsejable repetir la medida en varios puntos de la bala.

¿Cual es el rango de humedad adecuado ?

Los procesos de degradación de la paja por hongos son procesos complejos descritos por Jakub Wihan en su interesante tesis "Humidity in straw bale walls and its effect on the decomposition of straw" (disponible [online](#)) en la que se menciona (p.55) que: *alrededor de 28% de humedad en base al peso húmedo (39% en base al peso seco) la paja está saturada de agua y los microorganismos se desarrollan a la superficie de la paja, causando su progresiva descomposición. Por lo tanto, solamente se debería de usar en construcción unas balas con una humedad inferior a 20% en base al peso húmedo (25% en base al peso seco).*

Las reglas profesionales francesas de construcción con paja (ver [referencia](#) del libro) son más estrictas aún, ya que recomiendan que no se usen balas de paja con una humedad superior a 20% en base al peso seco. Las que tengan una humedad entre 20 y 30% (en base al peso seco) se pueden almacenar y usar a posteriori (se considera que se irán secando), mientras que las de 30% por arriba (en base a peso seco) no se deberían de empacarse ni siquiera ya que están demasiado húmedas para poder secarse una vez prensadas, y corren el riesgo de pudrirse.

¿Cómo elegir un humidímetro?

Existen múltiples modelos de humidímetros disponibles en el mercado, pero no todos son válidos para medir la humedad de la paja. Recomendamos que se consideren los siguientes parámetros:

- que sea un humidímetro específico para la paja (no para el grano o para la madera)
- que esté apropiado para balas del rango de densidad con el que trabajamos (80-130 kg/m³ para balas pequeñas)
- que se especifique en sus características técnicas si la medida se hace en base al peso húmedo o en base al peso seco (da igual cual de los dos, pero lo tenemos que saber, y no siempre es el caso)
- que tenga una aguja lo suficiente larga para pinchar fácilmente la bala de paja en varios puntos
- que funcione con batería (conveniente para mediciones en el momento del empaquetado)
- que la resolución y precisión de la medida sean las más altas posibles
- que el rango de medición sea el más amplio posible (de 10 a 80%, por ejemplo, es mejor que de 20% a 50%)
- al poder ser que indique también la temperatura (la paja en descomposición, a parte de tener una humedad más alta de lo normal, desprende calor)

Unos modelos recomendados:

- Wile 500 (marca Farmcomp) – mide en base al peso seco
<http://www.farmcomp.fi/en/wile/products/wile-for-hay/wile-500>
- Humitest (marca DomoSystem) – mide en base al peso húmedo:
<https://www.domo-system.fr/produit/humitest-special-paille-et-foin/>
- Draminski <https://www.draminski.es/agri/humedimetros/draminski-hmm/> - aunque no hemos logrado hasta la fecha dar con alguien que nos indique si mide en base al peso seco o húmedo