

# Medición de Humedad Relativa con Psicrómetro

Por Ing. Silvia Medrano

El Psicrómetro está formado por dos termómetros; determina la humedad relativa midiendo la temperatura ambiente y la temperatura de una fuente de agua en evaporación. El bulbo de uno de ellos está envuelto en un tejido que se mantiene siempre humedecido.

## Principio de funcionamiento

La evaporación desde la superficie del bulbo húmedo dentro de la corriente de aire enfría el bulbo húmedo hasta una temperatura estacionaria tal que haya un equilibrio entre el calor perdido por la evaporación y el ganado por la convección y radiación. Esta temperatura depende de la presión, temperatura y humedad de la atmósfera. Así pues cuando se dispone de un valor aproximado de presión, la humedad puede obtenerse a partir de las temperaturas observadas de los bulbos húmedo y seco.

Existen dos tipos de psicrómetros: Ventilación natural y ventilación forzada.

## VENTILACIÓN NATURAL

Los psicrómetros de ventilación natural están formados por dos termómetros, normalmente por RTD's o termómetros de mercurio. Los elementos no están sujetos al movimiento de aire forzado, son menos exactos, sin embargo se utilizan en algunas aplicaciones (figura 1).

El termómetro de bulbo seco se usa para medir la temperatura ambiente y el termómetro de bulbo húmedo (cubierto por una mecha de algodón que esta en contacto con un depósito de agua) se utiliza para medir la diferencia de temperatura debido a la evaporación de agua alrededor del bulbo húmedo. La evaporación enfría el bulbo del termómetro de bulbo frío. Conociendo las temperaturas de ambos termómetros, la humedad relativa puede fácilmente determinarse mediante cartas psicrométricas, tablas o calculada mediante las expresiones correspondientes.

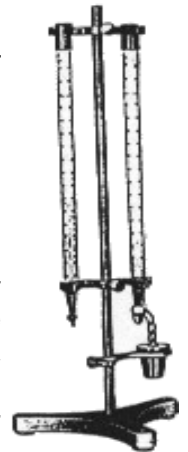


Figura 1.  
Psicrómetro

## Somos su Relevo a la Calidad

*La Guía MetAs*, es el boletín periódico del laboratorio de metrología MetAs, S.A. de C.V.

En *La Guía MetAs* se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs, que deseamos compartir con nuestros colegas, usuarios, clientes, amigos, y en fin con todos aquellos interesados o relacionados con la metrología técnica e industrial.

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro  
49 000, Cd. Guzmán, Jalisco, México  
Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23 & 4 13 16 91  
E-mail: metas@metas.com.mx. Web: www.metas.com.mx

### Laboratorio de Metrología:

Presión

Alto Vacío

Temperatura

Humedad

Eléctrica

Vibraciones

Instrumentación Industrial

Entrenamiento & Consultoría

## VENTILACIÓN FORZADA

En un psicrómetro con ventilación forzada los dos sensores de temperatura se exponen a una corriente de aire. Estos son usualmente termistores, RTD's, termopares o termómetros de mercurio.

### Psicrómetro de giro

Al hacer girar el psicrómetro, el aire fluye sobre los bulbos húmedo y seco. Este tipo de psicrómetros no es tan exacto como uno ventilado por otros métodos, porque la temperatura del elemento húmedo comienza a elevarse tan pronto como el movimiento cesa para leer los termómetros (figura 2).

### Psicrómetro de aspiración (tipo Assman)

Es el más utilizado, un ventilador pequeño accionado por un motor eléctrico o con mecanismo de relojería lleva el aire axialmente sobre los termómetros de mercurio. El agua debe ser agregada manualmente al elemento húmedo entre cinco a quince minutos antes de la medición bajo condiciones ambientales normales (figura 3).

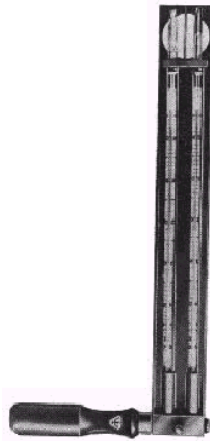


Figura 2. Psicrómetro de giro



Figura 3. Psicrómetro tipo Assmann

## DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA MEDIANTE CÁLCULO:

### Humedad Relativa

Es la humedad presente relativa (con respecto) a la máxima humedad posible a la misma temperatura ambiente (bulbo seco). Se define como la razón de: la presión de vapor de agua, presente en ese momento con respecto a la presión de vapor en saturación (de agua) a la misma temperatura. Se expresa como porcentaje.

$$HR = \frac{e(T)}{e_s(T)} \cdot 100\%$$

(1)

donde:

$HR$  = humedad relativa en %,

$e(T)$  = presión parcial real del vapor de agua en aire húmedo, en Pa,

$e_s(T)$  = presión parcial de vapor de agua en aire húmedo saturado, en Pa.

### Presión parcial de vapor saturado

Expresa el hecho de que a una temperatura dada, existe un máximo en la cantidad de vapor de agua que puede estar presente, en otras palabras es la máxima presión parcial  $e_s(T)$  que puede ejercer el vapor de agua a una temperatura (bulbo seco) particular ( $t$  ó  $T$ ).

$$e_s(T) = 1\text{Pa} \cdot e^{\left(A \cdot T^2 + B \cdot T + C + \frac{D}{T}\right)} \quad (2)$$

donde:

$e_s(T)$  = presión parcial de vapor de agua en aire húmedo saturado en Pa, a la temperatura de bulbo seco  $T$   
 $e = 2,718\ 281\ 828\ 46$  = base de logaritmo natural (neperiano) o número de Euler.

$$A = 1,237\ 884\ 7 \cdot 10^{-5}$$

$$B = -1,912\ 131\ 6 \cdot 10^{-2}$$

$$C = 33,937\ 110\ 47$$

$$D = -6,343\ 164\ 5 \cdot 10^3$$

$T$  = temperatura ambiente de bulbo seco en K =  $t(^{\circ}\text{C}) + 273,15$

### Presión parcial real de vapor de agua

De acuerdo con la ecuación de Ferrel, la cual es utilizada en el cálculo de la humedad relativa con el psicrómetro de giro:

$$e(T) = e_s(Tw) - P \cdot (T - Tw) \cdot (\psi + \varphi \cdot Tw) \quad (3)$$

O bien mediante la ecuación experimental de Carrier:

$$e(T) = e_s(Tw) - \frac{[P - e_s(Tw)] \cdot (T - Tw)}{\theta + \chi \cdot Tw} \quad (4)$$

donde:

$e(T)$  = presión parcial real de vapor de agua en aire húmedo en Pa, a la temperatura de bulbo seco  $t$  ó  $T$

$e_s(Tw)$  = presión parcial de vapor de agua en aire húmedo saturado en Pa, a la temperatura de bulbo húmedo  $Tw$  ó  $tw$

$P$  = presión atmosférica local en Pa

$Tw$  = temperatura de bulbo húmedo en K =  $tw(^{\circ}\text{C}) + 273,15$

$\psi$  (psi) =  $4,53 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$  (Ferrel)

$\varphi$  (fi) =  $7,59 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-2}$  (Ferrel)

$\theta$  (theta) = 1 940 (Carrier)

$\chi$  (ji) = -1,44 (Carrier)

Sustituyendo en la ecuación (1) tenemos que:

Ferrel:

$$HR = \frac{e_s(Tw) - P \cdot (T - Tw) \cdot (\psi + \varphi \cdot Tw)}{e_s(T)} \cdot 100\% \quad (5)$$

Carrier:

$$HR = \frac{\left[ e_s(Tw) - \frac{[P - e_s(Tw)] \cdot (T - Tw)}{\theta + \chi \cdot Tw} \right]}{e_s(T)} \cdot 100\% \quad (6)$$

Visite nuestra página de Internet, en la lista de utilerías de metrología el [Cálculo de la humedad relativa](#) de su psicrómetro usando la corrección por el Informe de Calibración de los termómetros: temperatura del bulbo seco, temperatura del bulbo húmedo y la presión atmosférica local.

## REFERENCIAS

- Medrano, S. (2003). Procedimiento MA-TEM04-04/03: Calibración de higrómetros en higróstatos de sales saturadas & Calibración de generadores de humedad. MetAs, Metrologos Asociados. Cd. Guzmán, Jalisco, México.
- Bentley, R. (1998). Temperature and Humidity Measurement Volume 1. Springer. Australia
- UNE 7523-1 (1997). Atmósferas para acondicionamiento y ensayo. Determinación de la humedad relativa. Parte 1: Método del psicrómetro de aspiración.
- UNE 7523-2 (1997). Atmósferas para acondicionamiento y ensayo. Determinación de la humedad relativa. Parte 2: Método del psicrómetro rotatorio.