

# OPTIMIZACIÓN DEL MÉTODO DE CALIBRACIÓN DE HIGRÓMETROS EN LATU

Andrea Sica, Ofelia Robatto y María Belén Garcé  
Laboratorio Tecnológico del Uruguay  
Av. Italia 6201.  
(598) 26013724 y [asica@latu.org.uy](mailto:asica@latu.org.uy)

**Resumen:** Debido a los requerimientos de la industria y de los laboratorios del Uruguay surgió la necesidad de aplicar un método de calibración de higrómetros que emplee tiempos de calibración menores y se obtengan menores valores de incertidumbre. Con este fin se adquirió un patrón de medición de punto de rocío y una cámara ambiental como generador de humedad. Para la utilización de este método se realizó su correspondiente validación. Este artículo explica los componentes que fueron tomados en cuenta en la citada validación y que factores se consideran en la estimación de la incertidumbre para la calibración de higrómetros.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) las calibraciones de higrómetros se realizaban empleando una cámara con sales saturadas y un termo higrómetro de tipo capacitivo como patrón de referencia. Este método de calibración producía deterioro en el sensor patrón, por lo que fue necesario cambiar el método de calibración por otro que no dañe los patrones de referencia. El método de sales requería tiempos de estabilización del entorno de 12 horas usando forzadores de aire y de 24 horas sin forzadores. Debido a la creciente demanda de calibraciones de equipos medidores de humedad relativa se volvió indispensable disminuir los tiempos de calibración anteriores.

Adicionalmente se constató la necesidad de algunos clientes internos de mejorar las capacidades de medida y calibración de los higrómetros.

Estas razones llevaron a nuestro laboratorio a adquirir un nuevo patrón de mejor calidad metrológica y a emplear como generador de humedad una cámara ambiental psicrométrica.

El patrón adquirido es un medidor de punto de rocío, que permite alcanzar valores de incertidumbre inferiores a los que se venían obteniendo.

Este nuevo método de calibración requirió el montaje del sistema de medición y su validación correspondiente.

Los resultados de la validación arrojan una sensible disminución de los valores para las capacidades de medida y calibración de nuestro laboratorio, además de contribuir a la mejora del aseguramiento de calidad de las mediciones.

## 2. DESARROLLO DEL MÉTODO DE CALIBRACIÓN DE HIGRÓMETROS

### 2.1. Materiales

Cámara ambiental modelo SH661, serie 92008977, patrón de espejo enfriado modelo S8000 serie 133464 termo higrómetro con dos sensores modelo 454 serie 0560.4540, bomba Sample gas pump P1.1E serie 10009205142281111200 001.

### 2.2. Armado del sistema de medición empleando el patrón de espejo enfriado

El patrón de medición de punto de rocío extrae aire por medio de una bomba peristáltica proveniente de la cámara ambiental, que envía a su interior para realizar la medición. Esta bomba debe operar a un valor de flujo comprendido entre 300 ml/min a 1000 ml/min.

El generador de humedad es una cámara psicrométrica que posee un volumen determinado de trabajo. Por lo que requirió un estudio de homogeneidad y estabilidad de la cámara de manera de validar el método de calibración y determinar las componentes correspondientes para la estimación de la incertidumbre final.

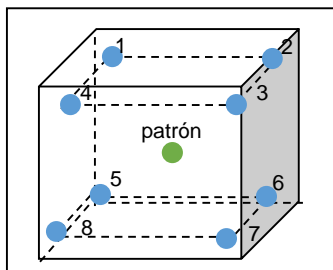
### 2.3. Toma de datos

Se utilizaron dos sensores de humedad, que inicialmente se colocaron juntos en el centro del volumen de trabajo de la cámara. De esta forma se determinó la diferencia de las lecturas entre los dos sensores.

Se realizaron tres estudios: uno de homogeneidad para determinar los gradientes de temperatura dentro de la cámara, otro de estabilidad para determinar los gradientes de temperatura en la cámara en el tiempo, y otro de la determinación del tiempo de régimen de la cámara. Para el estudio de homogeneidad de la

cámara se ubicaron los dos sensores de humedad tipo capacitivo, en diferentes posiciones dentro del volumen de trabajo de la cámara. En el centro de este volumen se encuentra ubicado el orificio de la cañería que extrae la muestra de aire que se envía al patrón de espejo enfriado.

La figura 3 muestra el esquema utilizado.



**Fig. 3.** Esquema de ubicación de los sensores para los estudios de estabilidad y homogeneidad.

Estos estudios se realizaron en 30 %HR, 50 %HR y 80 %HR, rotando los sensores entre las posiciones 1-3, 4-2, 5-7 y 6-8. Se registraron los valores de porcentaje de humedad relativa luego de alcanzado el estado de régimen o estacionario (tiempo mínimo de 20 minutos). Adicionalmente se registró el tiempo de estabilización de cada ensayo de homogeneidad realizado, de manera de establecer si existen diferencias notorias entre los resultados de homogeneidad y el tiempo de estabilización. Con este estudio se determina el tiempo de estado de régimen.

Al mismo tiempo que se registraron los resultados del estudio de homogeneidad se realizó determinación de la estabilidad de la cámara en el tiempo de medida habitual. El tiempo establecido para el estudio fue de 10 minutos, tomando medidas cada 30 segundos.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados del estudio de homogeneidad

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1.

Puntos medidos	Máximo gradiente a 30%HR/%HR	Máximo gradiente a 50%HR/%HR	Máximo gradiente a 80%HR/%HR
1-3	0,948	1,577	3,496
4-2	1,010	1,764	2,416
5-7	0,665	0,804	1,149
6-8	1,547	1,288	2,227

**Tabla 1:** Variación de la homogeneidad de la cámara.

#### 3.2. Resultados del estudio de estabilidad

Los resultados del estudio de estabilidad se muestran en la tabla 2.

Puntos medidos	Máximo gradiente a 30%HR/%HR	Máximo gradiente a 50%HR/%HR	Máximo gradiente a 80%HR/%HR
1-3	0,270	0,280	0,430
4-2	0,120	0,849	0,680
5-7	0,240	0,979	0,400
6-8	0,140	0,460	0,789

**Tabla 2:** Variación de la estabilidad de la cámara.

#### 3.3. Resultados del estudio de tiempo de llegada a régimen de la cámara

Los resultados del estudio de tiempo de régimen se muestran en la tabla 3.

Puntos medidos	Tiempo a 30%HR/min	Tiempo a 50%HR/min	Tiempo a 80%HR/min
1-3	21	106	117
4-2	104	119	105
5-7	97	79	61
6-8	37	124	80

**Tabla 3:** Resultados de la determinación del tiempo de régimen.

### 4. DISCUSIÓN

Los máximos gradientes obtenidos en estos estudios de estabilidad y homogeneidad se utilizaron para evaluar las componentes de incertidumbre en el presupuesto de incertidumbre de la calibración de higrómetros empleando la cámara ambiental citada como generador de humedad. En el caso del estudio de estabilidad el máximo gradiente observado es 0.979 %HR. Para el estudio de homogeneidad a 30 %HR el máximo gradiente observado es de 1.547 %HR, para el estudio de homogeneidad a 50 %HR es de 1.764 %HR y para este estudio a 80 %HR es de 3.496 %HR.

### 5. CONCLUSIONES

La caracterización de la cámara ambiental y del patrón de espejo enfriado permitió optimizar los tiempos de calibración ya que se determinó el tiempo que necesita la cámara para entrar en régimen. Las incertidumbres en la calibración de higrómetros con este método son del entorno del 50 % de las obtenidas por el método de calibración con sales saturadas, atendiendo de esta forma a los requerimientos de la industria en el Uruguay.