

## ¿Calibración, Verificación ó Caracterización de Sistemas Termales e Higróstatos?

En los sistemas termales, higróstatos y cámaras climáticas, normalmente utilizadas por laboratorios o en los procesos de pruebas en magnitudes de temperatura y humedad, es necesario que el usuario asegure que el equipo de medición o generación cumple con los requisitos para su uso previsto, para lo cual requiere de realizar su confirmación metrológica.



Uno de los requisitos del proceso de la confirmación metrológica incluye la calibración, caracterización y u o verificación del equipo. Por ello es necesario que el usuario identifique la necesidad de su proceso.

Equipos que pueden estar sujetos a los procesos de verificación, calibración y u o caracterización:

- ⊗ Calibradores de temperatura de bloque seco,
- ⊗ Baños líquidos de recirculación,
- ⊗ Lechos de polvos fluidizados,
- ⊗ Hornos, muflas, estufas,
- ⊗ Incubadoras,
- ⊗ Autoclaves de esterilización,
- ⊗ Otros autoclaves,
- ✱ Congeladores,
- ✱ Neveras,
- ◆ Cámaras asociadas a generadores de humedad,
- ◆ Higróstatos,
- ◆ Cámaras climáticas,
- ⌋ Etc.

### *Somos su Relevo a la Calidad*

*La Guía MetAs*, es el boletín periódico de MetAs & Metrólogos Asociados.

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

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro  
49 000, Cd. Guzmán, Zapotlán El Grande, Jalisco, México  
Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23 & 4 14 69 12 con tres líneas  
E-mail: [guiametas@metas.com.mx](mailto:guiametas@metas.com.mx). Web: [www.metas.com.mx](http://www.metas.com.mx)

#### Servicios Metrológicos:

##### Laboratorios de Calibración:

Presión, Alto Vacío, Temperatura, Humedad, Eléctrica y Vibraciones

##### Ingeniería:

Selección de Equipos, Desarrollo de Sistemas de Medición y Software, Reparación-Mantenimiento

##### Gestión Metrológica:

Subcontratación de Servicios, Outsourcing, Selección de Proveedores, Confirmación Metrológica

##### Centro de Consultoría:

Capacitación, Entrenamiento, Asesoría, Auditorías, Ensayos de Aptitud, Sistemas de Calidad

## DEFINICIONES Y CONCEPTOS DE LAS MAGNITUDES EN SISTEMAS TERMALES E HIGRÓSTATOS

### Temperatura

Medida de lo "caliente" de un cuerpo. La temperatura mide las energías de las partículas en una muestra de una sustancia. En la práctica, la temperatura se mide empleando cierta propiedad física que dependa de manera conocida de la temperatura (por ejemplo la resistencia, el volumen, etc.) y utilizando una escala definida. La temperatura se puede considerar como la propiedad que determina si puede haber flujo neto de calor entre dos cuerpos.

### Humedad

Cantidad de vapor de agua en el aire. La humedad absoluta, o sea la masa de vapor de agua por unidad de volumen de aire, es una manera de expresar la humedad. Pero la condensación y la evaporación también depende de la temperatura del aire y por eso se usa más a menudo la humedad relativa a una temperatura dada. Otra medida es la humedad específica, que es la masa de vapor de agua por unidad de masa de aire.

### Humedad Relativa

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

Verificación  
o  
Calibración  
o  
Caracterización

## DEFINICIONES Y CONCEPTOS DE LOS PROCESOS DE CONFIRMACIÓN METROLOGICA

### Verificación

Comprobación de un instrumento de medición (o de una medida materializada). Comprende las inspecciones llevadas a cabo por el laboratorio de metrología de acuerdo con las especificaciones, que para su uso aplique. Las verificaciones sirven para establecer si el instrumento sometido corresponde y satisface las especificaciones particulares.

### Calibración (VIM)

Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento o sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada, y los valores correspondientes de la magnitud, realizados por: los patrones.

### Caracterización

Conjunto de operaciones que determinan las diferentes características metrologías y especificaciones de operación de un equipo: instrumento de medición, sistema de medición, o medida materializada.

## DEFINICIONES Y CONCEPTOS DE RESULTADOS DE LOS PROCESOS DE CONFIRMACIÓN METROLÓGICA

### Desviación (VIM)

Valor menos su valor de referencia.

### Error de medición (VIM)

Resultado de un mensurando menos un valor verdadero del mensurando.

### Error en el punto de control (VIM)

Error de un instrumento de medición para una indicación especificada o para un valor especificado del mensurando, elegido para la verificación del instrumento.

### Error de Indicación (VIM)

Indicación de un instrumento menos un valor verdadero de la magnitud de entrada correspondiente...

Nota 2. Este concepto se aplica principalmente cuando un instrumento se compara con un patrón de referencia.

Nota 3. Para una medida materializada, la indicación es el valor que tiene asignado.

El cual se obtiene de solo una medición.

### Error de Ajuste (VIM)

Error sistemático de la indicación de un instrumento de medición.

Nota. El error de ajuste de un instrumento de medición es normalmente estimado por el promedio del error de indicación de un número apropiado de mediciones repetidas.

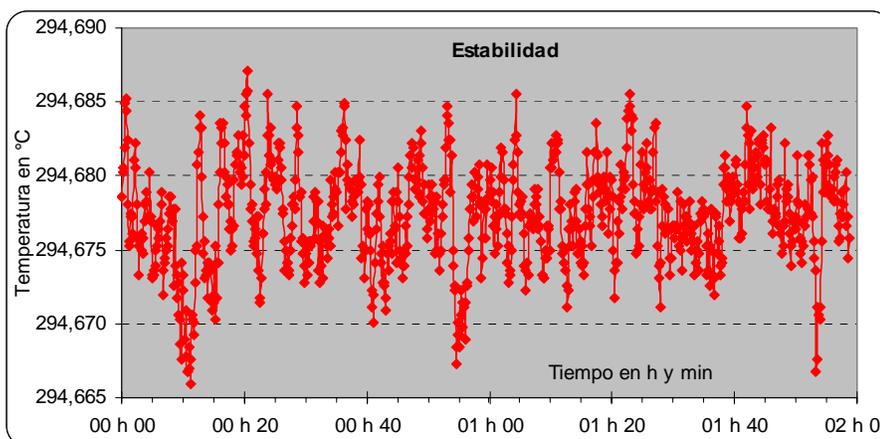
El cual se obtiene en el proceso de calibración.

### Estabilidad (VIM)

Aptitud de un instrumento de medición para mantenerse constante en el tiempo, sus características metrológicas...

Nota 2. La estabilidad puede ser cuantificada en varias formas, por ejemplo:

- por el tiempo en el cual cambia una característica metrológica por una cantidad dada, o
- el cambio de una característica en un tiempo determinado.



Verificación:  
Desviación en el  
punto de control

### Estabilidad de temperatura

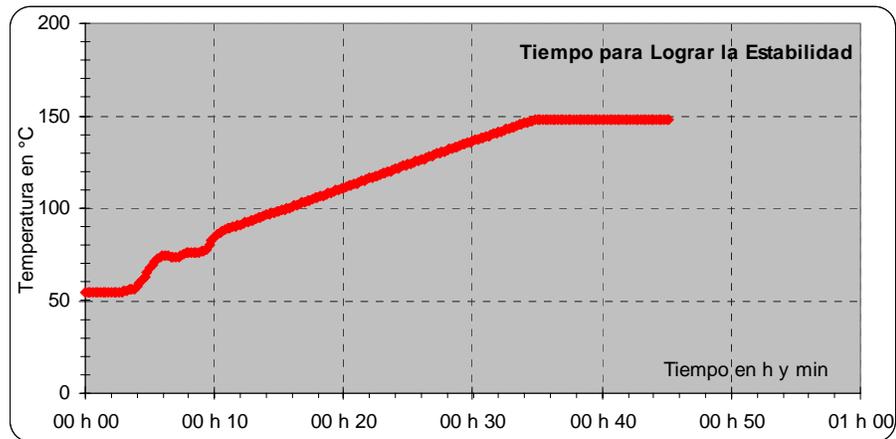
Fluctuaciones temporales de la temperatura. Pueden ser diferentes en distintas zonas del recinto y en general serán menores que la uniformidad.

### Estabilidad de humedad

El contenido de agua en el aire puede variar en función del tiempo (por ejemplo, debido al método de humectación).

### Tiempo de respuesta (VIM) (Tiempo para lograr la estabilidad)

Intervalo de tiempo comprendido entre el instante en que una señal de entrada sufre un cambio brusco específico y el momento en que la señal de salida alcanza, dentro de los límites especificados, su valor final en régimen estable y sostenido.



Calibración:

Error de Ajuste,  
± Incertidumbre

### Uniformidad vertical (Gradientes verticales o axiales)

Razón entre la variación del valor de una magnitud en dos puntos próximos verticales y la distancia que los separa.

### Uniformidad horizontal (Gradientes horizontales o radiales)

Razón entre la variación del valor de una magnitud en dos puntos próximos horizontales y la distancia que los separa.

### Uniformidad de temperatura

Dentro de la zona útil, algunas zonas permanecerán más calientes o frías que el valor deseado, debido a gradientes de temperatura.

### Uniformidad de humedad

El contenido de agua en el aire puede variar en distintas zonas de la cámara, en especial donde se pierde o aporta vapor de agua (fugas o charcos), debido a gradientes de humedad y temperatura.

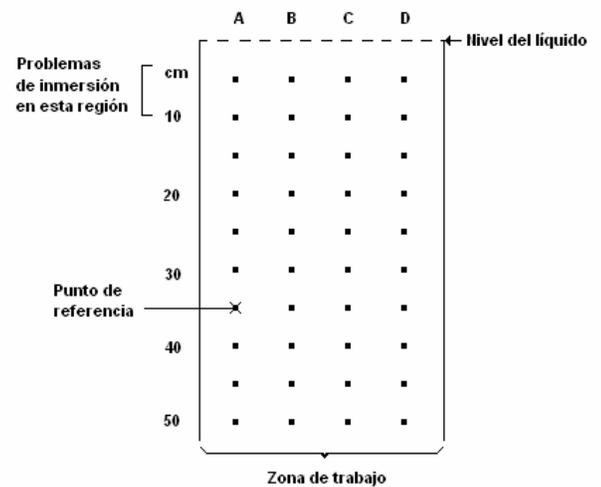


Diagrama esquemático para la caracterización de uniformidad en un baño dentro de la zona de trabajo

### VERIFICACIÓN (de sistemas termales e higróstatos)

Implica la evaluación de alguna de las características metrológicas del equipo de medición o generación (comúnmente el error), contra los requisitos metrológicos establecidos para el proceso ó con las especificaciones del instrumento declarada por el fabricante.

Normalmente se realiza en el punto de control y lo realiza el mismo responsable del equipo ó por un laboratorio de calibración, a solicitud expresa del usuario, estableciendo previamente los requisitos metrológicos del proceso.

### CALIBRACIÓN (de sistemas termales e higróstatos)

El proceso de calibración, puede realizarse de dos formas: a) desmontando el sensor del sistema, con el fin de obtener solo las características metrológicas del instrumento de medición, o b) dentro del sistema, en la zona de trabajo o junto al sensor en donde además se determina la influencia de la uniformidad del sistema. En sistemas termales, en algunas ocasiones los sensores son colocados dentro de muestras típicas que permiten amortiguar los cambios bruscos de temperatura y conocer la temperatura alcanzadas por las muestras.

Se realizan mínimo tres puntos de calibración y son distribuidos en el alcance, los cuales pueden eventualmente coincidir con los puntos de operación o control del usuario. El proceso de calibración es normalmente realizado por laboratorios de calibración reconocidos (acreditados).

### CARACTERIZACIÓN (de sistemas termales e higróstatos)

Tiene el propósito de documentar mediante diferentes pruebas, las características metrológicas de distribución de temperatura o humedad dentro del sistema, evaluar si la temperatura dentro de la zona de trabajo tiene el nivel requerido de uniformidad y si las variaciones de temperatura o humedad con el tiempo están también dentro de los límites aceptables.

Los posibles parámetros a caracterizar dependerán del tipo de sistema y de la utilización del mismo, a continuación se relacionan algunos de los más habituales:

- ☒ Estabilidad (temperatura o humedad),
- ☒ Uniformidad (temperatura o humedad),
- ☒ Indicación (temperatura o humedad) (Calibración),
- ☒ Otros parámetros temporales (Inercia térmica, tiempo de recuperación, tiempo de transferencia o decrecimiento térmico y en autoclaves: tiempos de esterilización, mantenimiento y equilibrio).

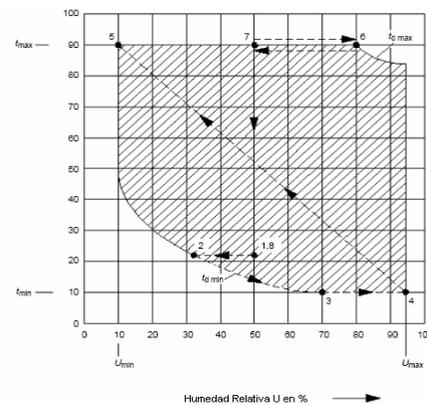
Para sistemas termales, si la zona de trabajo es grande es recomendable el uso de 2 ó mas sensores, pero como no siempre es posible, un solo sensor puede ser utilizado. Las variaciones dentro del sistema termal pueden ser medidas con 2 sensores de características similares (tipo, tiempo de respuesta, longitud, etc.). Uno de ellos es mantenido en la misma posición durante la caracterización, como una referencia, mientras que el otro comienza tan cerca como sea posible de esta posición y entonces es movido a otras posiciones dentro de un arreglo sistemático que cubra el espacio completo de la zona de trabajo.

Caracterización:

Estabilidad,  
Uniformidad.

En el caso de cámaras climáticas un solo sensor de humedad puede ser posicionado en el centro de la zona de trabajo. La humedad relativa puede ser calculada en cada punto de la zona de trabajo donde un sensor de temperatura este localizado utilizando las diferencias de temperatura. Se determina la secuencia de los puntos de la caracterización y se construye un climatograma de la cámara.

La caracterización completa se recomienda llevar a cabo cuando el equipo es nuevo, ha sido reparado o cuando se trabaja en toda o cualquier zona del sistema.



**Climatograma**

**Resumen de los procesos de confirmación metrológica de sistemas termales e higróstatos**

Proceso de confirmación	Mensurando Variable de interés	Cantidad de puntos a evaluar	Posición del patrón o instrumento de medición	Resultados	Equipo requerido	Tiempo requerido	Lo realiza
Verificación	Medición del Instrumento	Punto de control (operación)	Punto de medición	Error de indicación Error en el punto de control	Un instrumento de medición (patrón de control, trabajo, verificación o referencia)	Minutos	Usuario, ó Laboratorio de metrología interno
	Reproducción del Generador	Punto de control (operación)	Zona de operación	Desviación en el punto de control			
Calibración	Medición del Instrumento	≥ 3 puntos en el alcance de medición	Punto de medición	Error de ajuste, Corrección, Linealidad, Incertidumbre.	Un patrón de referencia	Horas	Laboratorio de calibración (interno o externo)
	Reproducción del Generador	≥ 3 puntos en el alcance de operación	Punto de reproducción				
Caracterización	Reproducción del Generador	≥ 3 puntos (mínimo, punto de operación, máximo)	Todo el volumen del sistema, ó Zona de trabajo	Estabilidad, Tiempo para estabilidad, Uniformidad, Alcance mínimo, Alcance máximo.	Mínimo de 1 a 2 instrumentos de medición, Completo hasta 16 termómetros.	Horas a días	Fabricante del equipo, ó Laboratorio de metrología (interno o externo)

**REFERENCIAS**

Bentley, R. (1998). Resistance and Liquid in Glass Thermometry. Handbook of temperature measurement. Volume 2. Springer.

Daintith, J. et al (2001). Diccionario especializado de física. Colección la llave de la ciencia. Grupo editorial Norma educativa.

EA 10/13 (1999). Guidelines on the Calibration of Temperature Block Calibrators. European cooperation for Accreditation.

ENAC NT-04 (2004) Caracterización de Medios Isotermos. Revisión 2. junio del 2004. Entidad de Acreditación Española. Madrid, España.

IEC 60068-3-6 (2001). Environmental testing- Part 3-6: Supporting documentation and guidance - Confirmation of the performance of temperature/humidity chambers. First edition 2001-08. International Electrotechnical Commission. Geneva, Switzerland.