

Guía para la comprobación intermedia de termómetros

Billy Quispe Cusipuma

Laboratorio de Termometría del Instituto Nacional de Calidad - INACAL

Lima – Perú

bquispe@inacal.gob.pe

Resumen – En la guía se describen diferentes métodos para realizar la comprobación intermedia de diversos tipos de termómetros, empleando las transiciones de fase del agua y/o termómetros patrones calibrados, en un medio líquido a temperatura ambiente.

Palabras clave – Punto de fusión del hielo, punto de vapor del agua, comprobación intermedia de termómetros.

I. Introducción

Parte del proceso de asegurar que un termómetro está mostrando un valor exacto, es decir, mantiene la trazabilidad de acuerdo a su última calibración, es comprobar que el instrumento cumpla con los requisitos de comprobación intermedia establecido por un método o procedimiento del laboratorio.

Incluso los mejores instrumentos pueden dar lecturas erradas. Las causas más comunes de estas lecturas erradas pueden ser producidas por un fuerte estrés mecánico, estrés térmico, la deriva en las características del sensor o de lectura con el tiempo, o la entrada incorrecta de coeficientes de calibración.

Existen varios métodos para comprobar que un termómetro está funcionando de acuerdo a lo esperado, por ejemplo, dentro de las especificaciones del fabricante o la incertidumbre de calibración, los cuales serán descritos a continuación:

II. Medición en el punto de fusión del hielo (0 °C)

Cuando el hielo y el agua se mezclan al interior de un envase con aislamiento térmico, la mezcla de ambos tiene una temperatura cercana al 0 °C. Esta mezcla es el punto de fusión del hielo [1] [2]. Para preparar este tipo de medio se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Se debe emplear agua destilada, desionizada, o purificada por osmosis inversa tanto para el agua y el hielo.

El tamaño de los trozos de hielo deben ser menores que 1 cm aproximadamente.



Figura 1. Hielo raspado con máquina

Un contenedor con aislamiento térmico (puede ser, un frasco aislante también

llamado “termo” o de poliestireno expandido también llamado “tecnopor”, “isopor” o “termopor”) de tal forma que exista una mezcla de hielo-agua de arriba abajo.



Figura 2. Punto de fusión del hielo (diversos contenedores con aislamientos térmicos)

Asegúrese que el termómetro esté limpio antes de sumergirlo (se recomienda enfriar el termómetro antes de sumergirlo) el sensor debe sumergirse (de ser posible) entre 10 cm o 15 cm aproximadamente. La punta del sensor debe estar al menos 5 cm por encima y por debajo de la base y la superficie de la mezcla respectivamente.

El termómetro bajo comprobación intermedia deberá indicar 0 °C. Cualquier diferencia de este valor será el error de medición.

III. Medición en el punto de vapor del agua

El punto de vapor del agua [3] no es comúnmente empleado como el punto de fusión del hielo, sino que proporciona un buen método para comprobar los termómetros en un segundo valor de temperatura. En este método, se crea vapor

de agua hirviendo en un vaso precipitado o matraz. A medida que aumenta el vapor, éste se condensa en la punta del sensor que está más frío que el punto de ebullición del agua. Esta condensación elevará la temperatura del termómetro hasta la misma temperatura de ebullición del agua.

El punto de ebullición del agua no necesariamente se produce a 100 °C, se necesita corregir el valor de temperatura de ebullición a la altura (elevación sobre el nivel del mar) que se va a realizar la medición y la presión barométrica, para obtener estos valores puede emplear un altímetro o GPS y un barómetro de presión absoluta para realizar esta corrección.

Para realizar la medición, se requiere de una hornilla o estufa pequeña, un vaso precipitado de acero inoxidable o un vaso precipitado o matraz de vidrio cubierto con papel aluminio por la parte exterior, una pinza para sujetar el termómetro a comprobar y una tapa de silicona o caucho o papel aluminio para el vaso precipitado o matraz.

El método emplea agua hirviendo y genera vapor caliente.

Debido a que el agua se evapora, las sales quedan como sólidos en el vaso precipitado o matraz, por lo que es posible emplear agua del grifo.

El vaso debe ser llenado con al menos 4 cm de altura de agua, si el vaso es de vidrio debe ser recubierto por el papel aluminio, esto ayuda a prevenir pérdida de calor debido al enfriamiento radiativo del termómetro.

Colocar una cubierta en la parte superior del vaso precipitado o matraz para asegurar que el vapor llene todo el espacio entre el nivel del agua y la cubierta, ésta cubierta puede ser de silicona o caucho o papel aluminio, hacer un agujero al centro de la cubierta para el acceso del termómetro.

Calentar el agua de forma continua, no abruptamente, hasta alcanzar la ebullición.

Utilice una pinza o abrazadera para sujetar el termómetro por encima del nivel del agua, en el vapor. El termómetro no debe estar en contacto con el agua hirviendo.



Figura 3. Medición en el punto de vapor del agua

La parte del sensor del termómetro debe estar sumergido por lo menos 10 cm aproximadamente en el espacio donde se acumula el vapor.

Debe emplear un dispositivo de cálculo para determinar la temperatura del punto de vapor. Debido a las fluctuaciones de la presión barométrica, la temperatura del punto de vapor de agua puede variar durante el día.

Esperar al menos 5 minutos antes de realizar la lectura del termómetro.

Ejemplo del cálculo del punto de vapor:

Cálculo del punto de vapor		
Paso 1. Ingresar elevación		
Elevación local sobre el nivel del mar (unidades en metros, m)	153	m
Altura del dispositivo de punto de vapor por encima del suelo (m)	1	m
Elevación del dispositivo del punto de vapor (m)	154	m
Paso 2. Ingresar presión atmosférica		
Presión atmosférica (unidades de hectopascascales, hPa)	995,5	hPa
Step 3. Temperatura del punto de vapor calculada		
Temperatura del punto de vapor (Grado Celsius, °C)	98,97	°C
Step 4. Comparar la lectura del termómetro a verificar con la temperatura del punto de vapor		
Lectura del termómetro a verificar (Grado Celsius, °C)	99,54	°C
Error del termómetro a verificar (°C)	0,57	°C

Tabla 1. Hoja de cálculo para el punto de vapor [4]

IV. Comparación con otro termómetro calibrado a temperatura ambiente

Para esta medición, se requiere contar con termómetro calibrado. También se necesitará un contenedor de vidrio o vaso precipitado, agua del grifo (se recomienda emplear agua destilada) a temperatura ambiente, una cápsula de agitación magnética y una placa de agitación magnética.

1. Llenar el contenedor de vidrio o vaso precipitado de manera que el agua tenga una altura mínima de 20 cm aproximadamente.
2. Dejar reposar el agua por al menos 2 horas (de preferencia dejar reposar toda la noche) para que la temperatura del agua sea la misma que la temperatura ambiente.
3. Ponga la cápsula de agitación al fondo del vaso precipitado y coloque todo sobre la placa de agitación,

ajuste la placa de agitación para una revolución lenta, la velocidad a agitación debe ser aproximadamente a 1 revolución por segundo. Se puede emplear una barra de agitación larga para una agitación manual, sin embargo, debe tener sumo cuidado de no golpear la parte del sensor de los termómetros.

4. Insertar los termómetros, el calibrado y el que se va a comprobar, de tal forma que las puntas de los sensores estén entre 10 cm a 15 cm aproximadamente por debajo de la superficie del líquido y ambos a la misma altura inmersión.
5. Esperar al menos 5 minutos antes de realizar la lectura del termómetro.
6. Registrar las lecturas de ambos termómetros, primero el termómetro a comprobar y luego el termómetro calibrado.
7. Repetir el paso 5 y 6, pero esta vez registre primero el termómetro calibrado y luego el termómetro bajo comprobación intermedia.
8. Si el termómetro calibrado tiene corrección, ésta se debe aplicar antes de determinar el error del instrumento bajo comprobación intermedia. El error del termómetro de prueba debe estar de acuerdo con la repetibilidad del termómetro. De lo contrario intente repetir la medición desde el paso 4.

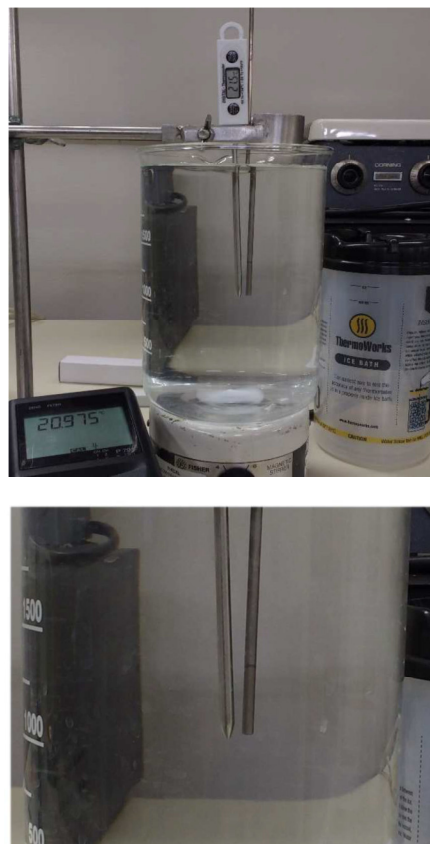


Figura 4. Termómetro a comprobar y patrón sumergidos en agua destilada para su comprobación

V. Referencias

- [1] BIPM, Techniques for Approximating the International Temperature Scale of 1990, Preparation of the Ice Point, <http://www.bipm.org/en/committees/cc/cct/publications-cc.html>
- [2] B. W. Mangum, Reproducibility of the temperature of the ice point in routine measurements, NIST technical Note 141, June 1995.
- [3] NIST, Physical Measurement Laboratory, Verifications methods for alternative thermometers, http://www.nist.gov/pml/mercury_validation.cfm
- [4] Hoja de cálculo para el punto de vapor <http://www.nist.gov/pml/newsletter/upload/SteamPointMetric.xls>