

Termómetros clínicos (de mercurio en vidrio con dispositivo de máxima)

Clinical thermometers (mercury-in-glass, with maximum device)

EQV. R.I. OIML R 7:1979 Clinical thermometers (mercury-in-glass, with maximum device)

2013-12-27
1ª Edición

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. Capo de aplicación	1
2. Unidades de temperatura y graduación de la escala	1
3. Tipos	1
4. Materiales	2
5. Construcción	2
6. Graduación y numeración	3
7. Inscripciones	4
8. Errores máximos permisibles	5
9. Influencia del tiempo de inmersión	5
10. Espacio para el mercado	5
11. Controles Metrologicos	6
11.1. Terminos clínicos	6
11.2. Certificados	6
APÉNDICE A MÉTODO DE VERIFICACIÓN	7
APÉNDICE B DETERMINACIÓN DE LA DEPRESIÓN MEDIA DEL CERO DE LOS TERMÓMETROS	13

PREFACIO

A. Reseña historica

A.1 El Servicio Nacional de Metrología del INDECOPI ha adoptado la Recomendación Internacional OIML R 7:1979 Clinical thermometers (mercury-in-glass, with maximum device), obteniendo la Norma Metrológica Peruana NMP 0XX:2013 Termómetros Clínicos (de mercurio en vidrio con dispositivo de máxima), con algunas pocas adaptaciones.

A.2 La presente Norma Metrológica Peruana presenta cambios editoriales referidos a la terminología empleada propia del idioma español, de acuerdo a la GP-SO/IEC 021-1, y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

---oooOooo---

Termómetros clínicos (de mercurio en vidrio con dispositivo de máxima)

1. Campo de aplicación

Las indicaciones de esta Norma deben aplicarse a los termómetros llamados “termómetros clínicos” del tipo de mercurio en vidrio, con un dispositivo de máxima, diseñado para la medición de la temperatura interna del cuerpo humano.

Esta Norma no se aplica a termómetros para propósitos especiales (termómetros para bebés prematuros, termómetros para ovulación), los cuales debido a sus alcances especiales, división de escala o errores máximos permisibles, no cumplen los siguientes requisitos.

Estos termómetros especiales, así como los termómetros para aplicaciones veterinarias, pueden ser objeto de subsecuentes adiciones a esta Norma.

2. Unidades de temperatura y graduación de la escala

2.1 La unidad de temperatura debe ser el grado Celsius, símbolo °C .

2.2 La escala debe extenderse al menos desde 35,5 °C a 42,0 °C con una división de escala de 0,1 °C.

3. Tipos

3.1 Los termómetros clínicos (de mercurio en vidrio, con dispositivo de máxima) cubiertos por esta Norma pueden ser del tipo de vástago sólido o de escala encubierta.

3.1.1 En el caso de termómetros de vástago sólido, la escala debe estar marcada directamente sobre el vástago.

3.1.2 En el caso de termómetros de escala encubierta, la escala debe estar marcada sobre un “listón portaescala” fijado longitudinalmente detrás del tubo capilar. El tubo capilar y el listón portaescala deben estar dentro de un tubo transparente, sellado y fundido al bulbo y formando una cubierta protectora.

3.2 Los termómetros deben incluir un dispositivo de máxima que evite que la columna de mercurio se retraiga por sí misma debido al enfriamiento del termómetro.

4. Materiales

4.1 El bulbo del termómetro debe ser hecho de un tipo de vidrio que asegure que la depresión del cero, determinada según las especificaciones dadas en el Apéndice B, no exceda de $0,07\text{ }^{\circ}\text{C}$. El vidrio debe ser indentificado visible e indeleblemente:

- ya sea por el fabricante del vidrio
- o por el fabricante del termómetro (ver 7.1.3)

4.2 Los tipos de vidrio usados para el dispositivo de máxima, tubo capilar, y bulbo deben cumplir los siguientes requisitos:

Cuando el vidrio es analizado según los requisitos de la Recomendación ISO 719-1985 “Glass-Hydrolytic resistance of glass grains at $98\text{ }^{\circ}\text{C}$ – Method of test and classification”, la cantidad de alkali que pasa en una solución para 1 g de vidrio debe corresponder a no más de $263,5\text{ }\mu\text{g}$ de Na_2O .

4.3 El listón portaescala de un termómetro de escala encubierta debe ser de vidrio opalino, metal, o un material que tenga una estabilidad dimensional equivalente.

4.4 La cubierta protectora de un termómetro de escala encubierta debe estar hecha de vidrio.

5. Construcciones

5.1 El termómetro debe estar libre de defectos que puedan impedir su funcionamiento normal, o que puedan conducir a errores por parte de los usuarios.

5.2 El tubo capilar debe permitir que la columna de mercurio se vea claramente a través de toda su longitud y la ubicación del extremo del menisco sea definida (preferiblemente, debe ser del tipo prismático magnificador).

La columna de mercurio y la escala deben ser claramente visibles simultáneamente.

5.3 El mercurio debe ser suficientemente puro y seco.

El bulbo, tubo capilar y mercurio deben estar suficientemente libres de gas atrapado, restos y cuerpos extraños a fin de asegurar el correcto funcionamiento del termómetro.

5.4 Cuando el termómetro sea calentado lentamente la columna de mercurio debe elevarse con un movimiento uniforme sin saltos apreciables. Después de que el termómetro ha sido calentado al menos a 37 °C y luego enfriado a una temperatura por debajo del valor mínimo de la escala, la columna de mercurio debe caer por debajo de la línea numerada más baja cuando el mercurio en la base del bulbo sea sometido a una aceleración de 600 m/s².

5.5 El listón portaescala en un termómetro de escala encubierta debe ser fijado seguramente contra el tubo capilar y el método de fijación debe evitar cualquier desplazamiento de alguna parte con respecto a la otra.

La posición del listón en un termómetro de escala encubierta debe estar claramente marcada, de modo que fácilmente pueda detectarse cualquier desplazamiento accidental de una parte respecto a la otra ⁽¹⁾.

5.6 La cubierta protectora de un termómetro de escala encubierta debe estar libre de humedad, mercurio, restos o cualesquiera cuerpos extraños.

6. Graduación y numeración

6.1 El espacio entre las marcas sucesivas de la escala debe ser al menos de 0,5 mm para termómetros de vástago sólido y al menos de 0,6 mm para termómetros de escala encubierta.

⁽¹⁾ Por ejemplo, por medio de una línea marcada indeleblemente sobre la cubierta protectora, nivelada con una de las líneas de escala numeradas.

6.2 Las líneas de graduación deben ser uniformes y claras, y deben estar grabadas o impresas clara e indeleblemente.

Las líneas de graduación deben ser perpendiculares al eje del termómetro. Su ancho no debe ser mayor a un quinto de la longitud de una división de escala para termómetros de escala encubierta y un cuarto de una división de escala para termómetros de vástago sólido. Las líneas correspondientes al grado y al medio grado deben ser mayores que las otras líneas.

6.3 Las líneas correspondientes al grado deben estar numeradas; estos números deben estar grabados o indeleblemente impresos.

Para termómetros de vástago sólido la numeración de la línea correspondiente a 37 °C es opcional y puede remplazarse por la forma especial de marcado especificado en 6.4.

6.4 Solo la línea correspondiente a la temperatura de 37 °C debe ser especialmente indicada, usando un color diferente de la de los números y/ o por un marcado especial tal como un punto, un asterisco o una flecha.

7. Inscripciones

7.1 Las siguientes inscripciones deben estar grabadas o indeleblemente impresas sobre el listón portaescala de termómetros de escala encubierta y sobre los termómetros de vástago sólido:

7.1.1 El símbolo “°C” cercano a la escala.

7.1.2 El nombre del fabricante o la marca comercial.

7.1.3 Una indicación que identifica el vidrio usado para el bulbo, si el vidrio no está ya identificado por su productor.

7.2 Se pueden añadir otras inscripciones solo si no hay el riesgo de confundir al usuario.

8. Errores máximos permisibles

Los errores máximos permisibles deben ser:

$$+ 0,10 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{y} \quad - 0,15 \text{ } ^\circ\text{C} \quad .$$

Estos valores son válidos para lecturas del termómetro después de enfriarlo a una temperatura ambiente que debe estar entre $15 \text{ } ^\circ\text{C}$ y $30 \text{ } ^\circ\text{C}$.

9. Influencia del tiempo de inmersión ⁽²⁾

Si un termómetro a temperatura t_1 ($15 \text{ } ^\circ\text{C} \leq t_1 \leq 30 \text{ } ^\circ\text{C}$) se sumerge súbitamente en un baño con buena recirculación del líquido termostático (agua) que está a una temperatura constante t_2 ($35,5 \text{ } ^\circ\text{C} \leq t_2 \leq 42 \text{ } ^\circ\text{C}$) y luego se retira después de 20 segundos, la lectura del termómetro, después de enfriar a temperatura ambiente (entre $15 \text{ } ^\circ\text{C}$ y $30 \text{ } ^\circ\text{C}$):

- Debe cumplir con los errores máximos permisibles (ver 8) y
- No debe desviarse de su lectura estabilizada para la temperatura t_2 en más de $0,005 (t_2 - t_1)$.

Esta lectura estabilizada es la lectura del termómetro obtenida cuando el termómetro se ha enfriado a temperatura ambiente, después de haber alcanzado completamente el equilibrio térmico con el agua del baño a la temperatura t_2 .Esta lectura debe también cumplir con los requisitos de los errores máximo permisibles estipulados en 8.

10. Espacio para la identificación

Debe haber espacio para la identificación de los termómetros de vástago sólido y de los termómetros de escala encubierta.

⁽²⁾ Se permite un método de libre elección siempre que se conozca la ley de variación de la indicación del termómetro como una función del tiempo.

11. Controles metrológicos

11.1 Términos Clínicos

Los termómetros clínicos deben someterse a los siguientes dos controles metrológicos :

a) **Aprobación de Modelo.** Cada modelo de termómetro de cada fabricante debe tener su modelo aprobado. Las pruebas a las que deben someterse son todas las que están especificadas en esta Norma Metrológica Peruana. No pueden hacerse modificaciones del modelo aprobado sin autorización especial. Una vez aprobado el modelo pueden pasar a la verificación inicial indicada en b).

b) **Verificación Inicial.** Los termómetros clínicos deben aprobar la verificación inicial. Las pruebas a las que deben someterse son las que se indican en el Apéndice A en:

- A.2 Examen externo
- A.3 Determinación de los errores de indicación
- A.4 Verificando el dispositivo de máxima.

11.2 Certificados

Las autoridades de verificación pueden emitir certificados indicando los resultados de los controles metrológicos.

APÉNDICE A

METODO DE VERIFICACIÓN

Los métodos de verificación basados en esta Norma Metrológica Peruana se dan en este Apéndice A y pueden aplicarse para verificar hasta un millón de termómetros al año.

A.1 Equipo de laboratorio

A.1.1 Laboratorio

A.1.1.1 Protección de los daños del mercurio.

Los pisos y mesas en los cuales se realiza los ensayos deben ser suaves e impermeables.

Las mesas deben tener bordes elevados para evitar la caída al piso del mercurio. La ventilación al nivel del piso debe ser adecuada.

A.1.1.2 Iluminación

Debe haber iluminación especial para examinar y leer el termómetro.

A.1.1.3 Dispositivos de protección para las máquinas estampadoras.

Las máquinas estampadoras (si se usan) deben estar equipadas con dispositivos de seguridad.

A.1.2 Equipo de medición

Deben tenerse los siguientes equipos de medición:

A.1.2.1 Instrumentos y dispositivos auxiliares para el examen externo:

- lentes de magnificación con al menos 4X de magnificación
- escalas graduadas o instrumentos de medición con calibración válida para verificar las dimensiones.

A.1.2.2 Instrumentos y dispositivos auxiliares para determinar los errores de indicación

A.1.2.2.1 Baños termostáticos con adecuada recirculación de agua con receptores intercambiables para termómetros. Los termómetros a verificar deben sumergirse en el baño hasta la línea numerada más baja sobre la escala.

Durante la medición la temperatura del baño debe ser constante dentro de $0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($= \pm 0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$ de estabilidad temporal) y uniforme dentro de, o mejor que, $\pm 0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Se recomienda el uso de baños con control automático de temperatura. Debe haber suficiente agua para asegurar que la inmersión de los termómetros no cause una caída de temperatura mayor que $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Puede ahorrarse tiempo si se precalienta los termómetros en un baño especial a unas pocas décimas de grado Celsius por debajo de la temperatura de ensayo. Los baños deben tener una calibración o caracterización válida.

A.1.2.2.2 Tres termómetros patrones de resistencia de platino con resolución de $0,001\text{ }^{\circ}\text{C}$ o mejor; con calibración válida con una incertidumbre expandida máxima de su calibración de $0,016\text{ }^{\circ}\text{C}$; con deriva máxima de $\pm 0,012\text{ }^{\circ}\text{C}$; con errores máximos por interpolación de sus correcciones de $\pm 0,005\text{ }^{\circ}\text{C}$ y con errores máximos por otras magnitudes de influencia de $\pm 0,005\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Se usan dos termómetros patrones para medir simultáneamente la temperatura de los baños (A.3.1) y el tercer termómetro patrón se usa para verificar a los dos primeros.

Así mismo la lectura de los termómetros clínicos debe realizarse con un error máximo de $1/5$ de la división de escala ($= 0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$) para lo cual deben tenerse los cuidados indicados en A.1.1.2 y en A.1.2.2.3

A.1.2.2.3 Lentes magnificadores con al menos 4X de magnificación para leer termómetros de mercurio en vidrio de escala encubierta.

Visores monoculares o binoculares con aproximadamente 10X de magnificación para lectura de termómetros de mercurio en vidrio de vástago sólido.

A.1.2.2.4 Una centrífuga con un contenedor para termómetros para bajar la columna de mercurio de los termómetros a ensayar. La centrífuga debe ser capaz de ejercer una aceleración de 600 m/s^2 en el mercurio a nivel de la base de los bulbos de los termómetros (Ver 5.4).

A.1.2.2.5 Un punto del hielo (°C) para ensayar termómetros ⁽³⁾. El dispositivo consiste de un frasco Dewar llenado con hielo finamente triturado cubierto por agua. El agua usada para hacer el hielo y el agua en la cual se sumerge el hielo debe ser pura. Su conductividad eléctrica debe ser no mayor a $10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ (= 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$) a 20 °C . El hielo debe ser cuidadosamente apretado de modo que no haya burbujas de aire en la mezcla hielo-agua. Debe ser compactado tanto como sea posible antes de las mediciones y periódicamente durante las mediciones.

Se recomienda tener un purificador de agua, una refrigeradora con bandejas para el hielo y un triturador de hielo para preparar la mezcla hielo-agua.

⁽³⁾ Una detallada información sobre el control y calibración de termómetros de mercurio en vidrio de laboratorio se da, por ejemplo, en los siguientes documentos (en todos los casos debe usarse la versión vigente):

- 1.- Techniques of calibration of liquid-in-glass thermometers. (National Standards Laboratory, CSIRO, Chippendale, 2008, Australia).
- 2.- Physikalisch- Technische Bundesanstalt. -Prüfregeln. Flüssigkeits-Glasthermometer. (Deutscher - Eichverlag GmbH Braunschweig, Federal Republic of Germany).
- 3.- Indian Standard IS 6274 : 1971 (or latest Standard issued). Methods of calibrating liquid-in-glass thermometers (published by the Indian Standards Institution, New Delhi, India).
- 4.- British Standard BS 1041 : Code for temperature measurement. Section 2.1 : 1969 (or latest Standard issued). Liquid-in-glass expansion thermometers (British Standards Institution, London, England).
- 5.- National Physical Laboratory (N.P.L., Department of Trade and Industry). The calibration of thermometers, C.R. Barber (Her Majesty's Stationery Office, London, England).
- 6.- American National Standard Z 104.1 ASTM E-77 (or latest Standard issued). Standard method for verification and calibration of liquid-in-glass thermometers (American Society for Testing and Materials. Philadelphia, Pennsylvania 19103, USA).
- 7.- National Bureau of Standards (N.B.S.). Latest issue of publication of calibration of liquid-in-glass thermometers (National Bureau of Standards, U.S. Department of Commerce, Washington, D.C. USA).
- 8.- Procedimiento TH-004 para la Calibración de Termómetros de Columna de Líquido de Inmersión Total (Centro Español de Metrología, CEM, Madrid , España)
- 9.- Procedimiento de Calibración PC-009 "Procedimiento de calibración de termómetro de mercurio en vidrio" (Indecopi / Servicio Nacional de Metrología SNM)

A.2 Examen externo ⁽⁴⁾

A.2.1 Se debe asegurar que no hay defectos visibles o signos de deterioro en el termómetro. Luego se debe examinar el cumplimiento de los siguientes requisitos en el termómetro:

A.2.1.1 Tipos (3)

A.2.1.2 Escala y numeración (2.1 ; 2.2 ; 6.3 y 6.4)

A.2.1.3 Materiales (sólo 4.4)

A.2.1.4 Construcción (5 excepto 5.4)

A.2.1.5 Inscripciones (7)

A.3 Determinación de los errores de indicación

A.3.1 Se debe examinar los termómetros para el cumplimiento de los requisitos de 8 en relación a los errores máximos permisibles. Este examen se debe efectuar comparando los termómetros bajo ensayo contra termómetros patrones (A.1.2.2.2) en baños termostáticos de agua con adecuada recirculación (A.1.2.2.1)

A.3.2 Los termómetros deben verificarse en un mínimo de dos temperaturas separadas en 4 °C en el alcance de 35,5 °C a 42 °C .Es conveniente que estas dos temperaturas sean 37 °C y 41 °C .

A.3.3 Control en una temperatura dada

A.3.3.1 Usar, si es necesario, la centrífuga (A.1.2.2.4) para bajar la columna de mercurio en el termómetro bajo examen al menos 0,5 °C por debajo de la temperatura de ensayo.

A.3.3.2 Colocar los termómetros en el baño de agua una vez que el baño haya alcanzado la temperatura de ensayo.

⁽⁴⁾ Considerando 5.2 es aconsejable efectuar el examen externo después del ensayo a alta temperatura de A.3.

A.3.3.3 Cuando la temperatura del baño nuevamente es suficientemente constante (ver A.1.2.2.1) tanto en estabilidad como en uniformidad según se deduce de las lecturas de los dos patrones y al menos han transcurrido 20 segundos adicionales, medir la temperatura del baño (t) con los dos termómetros patrones, luego de lo cual retirar del baño los termómetros en examen. Al medir la temperatura, se deben considerar todas las correcciones de los termómetros patrones (A.1.2.2.2). La temperatura t es igual al promedio de las temperaturas corregidas de los dos termómetros patrones.

A.3.3.4 Observar las indicaciones de los termómetros cuando ellos han alcanzado la temperatura ambiente (15 °C a 30 °C). Las diferencias entre sus indicaciones y t son los errores de los termómetros a la temperatura de ensayo.

A.4 Verificando el dispositivo de máxima

A.4.1 Se ensaya el dispositivo de máxima para el cumplimiento de los requisitos de 5.4.

A.4.2 Inmediatamente después del ensayo a la máxima temperatura de ensayo, todos los termómetros en examen se colocan con el bulbo hacia fuera, en una centrífuga (A.1.2.2.4) para bajar sus columnas de mercurio.

De acuerdo con 5.4 regular la velocidad de la centrífuga de modo que el mercurio en la parte inferior del bulbo esté sujeto a una aceleración de 600 m/s². Una vez que esta velocidad se alcance apagar la centrífuga.

Rechazar los termómetros en los cuales la columna de mercurio no haya caído por debajo de la línea numerada más baja.

Durante este ensayo, la temperatura ambiente debe ser menor que el valor mínimo de la escala de los termómetros.

A.5 Ensayo de la coloración del termómetro de vástago sólido.

Examinar la escala, numeración e inscripciones para asegurar que han sido grabadas o indeleblemente impresas en cumplimiento de 6 y 7. Estas pruebas deben aplicarse solo en la Aprobación de Modelo.

Sumergir los termómetros por una hora en una solución acuosa de fenol, cuya temperatura esté entre 20 °C y 30 °C, o someterlos a la acción de alcohol al 96 %. Limpiar entonces los termómetros con una pieza de tela ligeramente coloreada la cual no debe recoger ninguna mancha.

A.6 Ensayo de los materiales

Debido a que el examen para el cumplimiento de los requisitos de **4 (Materiales)** no puede hacerse en los termómetros mismos entonces el fabricante de los termómetros clínicos (de mercurio en vidrio con dispositivo de máxima) debe probar a las autoridades de verificación que los materiales usados cumplen los requisitos de **4**. Todas estas pruebas deben aplicarse solo en la Aprobación de Modelo.

Al considerar el método de ensayo, en caso de duda, se debe tener en cuenta lo siguiente:

A.6.1 Debido a que el valor de la depresión del cero depende fuertemente de las condiciones bajo las cuales se efectúa el ensayo entonces se debe usar el método indicado en el Apéndice B para determinar la depresión del cero (4.1)

A.6.2 Las especificaciones relativas al análisis del vidrio según la ISO Recommendation R 719-1985 (4.2) deben tomarse de dicha Recomendación.

A.6.3 Método para ensayar la estabilidad dimensional de listones portaescala hechos de materiales distintos del opalino o metal (4.3).

A.6.3.1 Los siguientes ensayos deben efectuarse en al menos 5 listones portaescala marcados con líneas de graduación y numeración (2.2) y fabricados del mismo material a ensayar.

A.6.3.2 La distancia entre las líneas de graduación que corresponden a 36,0 °C y 42,0 °C deberán medirse con una incertidumbre de medición expandida máxima de 0,01 mm (valor medido l_1).

A.6.3.3 Mantener entonces los listones portaescala a una temperatura de 50 °C ± 1° C por 7 días.

A.6.3.4 Luego de enfriarlos a temperatura ambiente (15 °C a 30 °C) medir nuevamente la distancia entre las líneas de graduación que corresponden a 36,0 °C y 42,0 °C (valor medido l_2).

A.6.3.5 El material del listón portaescala se considera equivalente al opalino o al metal en relación a su estabilidad dimensional si se cumple que $|l_1 - l_2| \leq 0,002.l_1$

APÉNDICE B

DETERMINACIÓN DE LA DEPRESIÓN MEDIA DEL CERO DE LOS TERMÓMETROS

B.1 No es posible determinar la depresión del cero de termómetros de vidrio (de mercurio en vidrio con dispositivo de máxima) cubiertos por esta Recomendación ensayando los mismos termómetros clínicos. Por lo tanto, deben fabricarse termómetros especiales (B.2) del vidrio a ser examinado a fin de efectuar las mediciones necesarias. Deben observarse las siguientes especificaciones al fabricar los termómetros de ensayo y efectuar las mediciones.

B.2 Los termómetros deben cumplir los siguientes requisitos:

B.2.1 Alcance de escala: al menos de $-3,0\text{ °C}$ a $+3,0\text{ °C}$.

B.2.2 División de escala de $0,02\text{ °C}$; $0,05\text{ °C}$ ó $0,1\text{ °C}$.

B.2.3 El espacio entre divisiones de escala debe ser al menos de $0,7\text{ mm}$ para termómetros de escala encubierta y de al menos $1,0\text{ mm}$ para termómetros de vástago sólido.

B.2.4 La cámara de expansión debe ser suficientemente grande para permitir que los termómetros sean calentados a 400 °C sin dañarse.

B.2.5 Los termómetros deben ser apropiadamente estabilizados por el fabricante y deben cumplir los requisitos del ensayo de estabilización (B.3).

B.3 La estabilización apropiada de cada termómetro se verifica según las siguientes especificaciones:

B.3.1 Calentar el termómetro en un baño de ensayo (baño líquido o bloque metálico termostático) desde la temperatura ambiente hasta $350\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ y mantenerlo a esta temperatura por al menos 5 minutos. Enfriarlo entonces a 50 °C en un baño de ensayo, el cual debe decrecer en temperatura a una razón de 10 °C/h a 15 °C/h .

B.3.2 Cuando el termómetro ha alcanzado una temperatura de 50 °C, retirarlo del baño de ensayo y determinar su corrección a 0 °C (valor K_1) (A.1.2.2.5).

B.3.3 Calentar entonces el termómetro por segunda vez a 350 °C ± 10 °C en el baño de ensayo y mantenerlo a esta temperatura por 24 horas. Enfriarlo entonces a 50 °C, igual que antes (B.3.1).

B.3.4 Cuando el termómetro ha alcanzado una temperatura de 50 °C, retirarlo del baño de ensayo y determinar una vez más su corrección a 0 °C (valor K_2).

B.3.5 K_2 no debe diferenciarse de K_1 en más de 0,15 °C. Los termómetros que no cumplen este requisito no deben usarse para determinar la depresión del cero.

B.4 Se debe determinar la depresión media del cero según las siguientes especificaciones:

B.4.1 Usar al menos tres termómetros para el ensayo. Deben estar hechos del vidrio a verificarse, debe haber cumplido los requisitos del ensayo de estabilización (B.3) y no deben haber sido calentados por encima de la temperatura ambiente una vez que se ha determinado el valor de K_2 ; (B.3.4).

B.4.2 Cada uno de estos termómetros debe haber sido verificado al menos 3 veces de acuerdo con las especificaciones de B.4.2.1, B.4.2.2 y B.4.2.3

B.4.2.1 Mantener el termómetro en un baño a 100 °C ± 1,0 °C por 30 minutos. Retirarlo entonces del baño y se le permite enfriarse en el aire. Mientras se enfría a temperatura ambiente su bulbo no debe estar en contacto con otros objetos.

B.4.2.2 Determinar la corrección a 0 °C no después de 15 minutos que el termómetro ha sido retirado del baño de ensayo. Designar el valor de corrección obtenido por el símbolo K_3

B.4.2.3 Mantener entonces el termómetro durante una semana a temperatura entre 20 °C y 25 °C. Al final de la semana determinar la corrección a 0 °C. Designar este valor de corrección como K_4 . Repetir entonces los procedimientos descritos en B.4.2.1 y B.4.2.2 y obtener un valor de corrección para 0 °C designado como K_5 .

B.4.2.4 Repetir los procedimientos descritos en B.4.2.3 para obtener una serie de n diferencias $K_2 - K_3$, $K_4 - K_5$, ..., $K_{2n} - K_{2n+1}$. Estos son los valores de las depresiones del cero del termómetro en la primera, segunda, y enésima serie de mediciones respectivamente.

B.4.2.5 Cuando una serie de mediciones se han hecho con m termómetros de ensayo obtener la depresión media del cero de estos termómetros mediante la siguiente expresión:

$$\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m [(K_2^i - K_3^i) + (K_4^i - K_5^i) + \dots + (K_{2n}^i - K_{2n+1}^i)]$$

la cual no debe exceder de $0,07 \text{ }^\circ\text{C}$ (4.1).

De acuerdo con las especificaciones de B.4.1 y B.4.2, se deben cumplir las condiciones:

$$m \geq 3 \text{ y } n \geq 3$$

y las desviaciones estándar de la depresión media del cero determinadas según las especificaciones antes mencionadas, no deben exceder de $\pm 0,01 \text{ }^\circ\text{C}$.

B.4.2.6 Si se requiere un valor más exacto de la depresión media del cero, se deben efectuar al menos cinco series de mediciones con al menos cinco termómetros de ensayo.