



NORMA MEXICANA

NMX-AA-007-SCFI-2013

**ANÁLISIS DE AGUA – MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA
EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES
TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA
(CANCELA LA NMX-AA-007-SCFI-2000)**

**WATER ANALYSIS - DETERMINATION OF TEMPERATURE IN
NATURAL WATERS, WASTEWATERS AND TREATED
WASTEWATERS – TEST METHOD**



PREFACIO

En la elaboración de la presente norma mexicana, participaron las siguientes empresas e instituciones:

- ANÁLISIS DE AGUA, S.A. DE C.V.
- ARVA, LABORATORIO DE ANÁLISIS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.
- ATLATEC, S.A. DE C.V.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN AMBIENTAL
- CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA
- COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE MÉXICO
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
- CONTROL QUÍMICO NOVAMANN INTERNACIONAL, S.A. DE C.V.
- ECCACIV, S. A. DE C. V.
- ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN, A.C.
- FASIQ INTERNACIONAL, S.A. DE C.V.
- HACH COMPANY
- INDEX-LAB
- INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
- LABORATORIO DE CALIDAD QUÍMICA VERACRUZANA, S.C.
- LABORATORIO DE QUÍMICA DEL MEDIO E INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.



- LABORATORIO DE SERVICIOS CLÍNICOS Y ANÁLISIS TOXICOLÓGICOS S.A. DE C.V.
- LABORATORIO IDECA, S.A. DE C.V.
- LABORATORIO SERVICIOS AMBIENTALES
- LABORATORIOS ABC QUÍMICA, INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, S.A. DE C.V.
- MERCURY LAB, S.A. DE C.V.
- MÓNICA OROZCO MÁRQUEZ
- PEMEX PETROQUÍMICA COMPLEJO PETROQUÍMICO CANGREJERA
- PEMEX PETROQUÍMICA COMPLEJO PETROQUÍMICO MORELOS
- PERKIN ELMER DE MEXICO, S.A.
- PROTECCIÓN AMBIENTAL Y ECOLOGÍA, S.A. DE C.V.
- PROYECTOS Y ESTUDIOS SOBRE CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.
- SERVICIOS DE AGUA Y DRENAJE DE MONTERREY, I.P.D.
Laboratorio Central de Calidad de Aguas
- SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD IZTAPALAPA
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Ciencia y Tecnología Ambiental
Depto. Biotecnología
- UNIDAD AZCAPOTZALCO
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Depto. de Ciencias Básicas
Área de Química



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

- UNIVERSIDAD DEL NORESTE, A.C.
UNELAB - Centro multidisciplinario de servicios ambientales y de alimentos

- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Química
Instituto de Ingeniería

**ÍNDICE DEL CONTENIDO**

Número del Capítulo		Página
0	INTRODUCCIÓN	1
1	OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN	2
2	REFERENCIAS	3
3	DEFINICIONES	3
4	PRINCIPIO	6
5	REACTIVOS Y PATRONES	6
6	MATERIALES	7
7	EQUIPO	7
8	RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS	7
9	CONTROL DE CALIDAD	8
10	VERIFICACIÓN DE LOS TERMÓMETROS.	9
11	PROCEDIMIENTO	10
12	CÁLCULOS	11
13	INFORME DE LA PRUEBA	11
14	INTERFERENCIAS	12
15	SEGURIDAD	13
16	MANEJO DE RESIDUOS	14
17	VIGENCIA	14
18	BIBLIOGRAFÍA	14
19	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES	16
	APÉNDICE INFORMATIVO A	17



NORMA MEXICANA

NMX-AA-007-SCFI-2013

ANÁLISIS DE AGUA – MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA LA NMX-AA-007-SCFI-2000)

WATER ANALYSIS - DETERMINATION OF TEMPERATURE IN NATURAL WATERS, WASTEWATERS AND TREATED WASTEWATERS – TEST METHOD

0 INTRODUCCIÓN

La temperatura termodinámica, también denominada temperatura absoluta, es una de las magnitudes fundamentales que definen el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cuya unidad es el kelvin, simbolizado como K. Esta unidad se utiliza tanto para expresar valores de temperatura termodinámica como intervalos de temperatura.

Por acuerdo del Comité Internacional de Pesas y Medidas en 1989, la Escala Internacional de Temperatura (ITS-90) se define operacionalmente en términos de técnicas de medición por termometría de presión de vapor, termometría de gas, termometría con resistencia de platino y pirometría óptica.

Es usual expresar la temperatura con base en la escala Celsius ($^{\circ}\text{C}$), definida con relación a la temperatura termodinámica por:

$$t (\text{ }^{\circ}\text{Celsius}) = T (\text{kelvin}) - 273,15 \text{ K}$$

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía aprobó la presente norma, cuya declaratoria de vigencia fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el: jueves 23 de enero de 2014.



El grado Celsius es una unidad de temperatura de magnitud idéntica al kelvin. Sobre la escala Celsius, la temperatura de fusión del agua pura a la presión de 101,325 kPa, es igual a 0 °C y la ebullición del agua, a la misma presión, es igual a 100 °C.

El método de prueba normado establece el procedimiento para realizar la medición en el sitio donde se encuentra el agua, y el resultado se expresa en grados Celsius (°C).

Las temperaturas elevadas en el agua pueden ser indicadores de actividad biológica, química y física, lo anterior tiene influencia en los tratamientos y abastecimientos para el agua, así como en la evaluación limnológica de un cuerpo de agua, por lo que es necesario medir la temperatura como un indicador de la presencia de compuestos y contaminantes, a través del método de prueba que se establece en la presente norma mexicana.

El valor de temperatura es un criterio de calidad del agua para la protección de la vida acuática y para las fuentes de abastecimiento de agua potable, es también un parámetro establecido como límite máximo permitido en las descargas de aguas residuales y una especificación de importancia en los cálculos de balance de energía y de calor de los procesos industriales.

Para la aplicación de la presente norma mexicana es indispensable contar con un instrumento de medición con trazabilidad demostrable al sistema internacional de unidades.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana establece el método de prueba para la medición de la temperatura, cuando se usan instrumentos de medición directa o instrumentos que indican expansiones o fuerzas proporcionales en los cambios de temperatura, en aguas naturales crudas no salinas (epicontinentales, subterráneas y pluviales), en aguas salinas (marinas, costeras, de estuarios, esteros, marismas y subterráneas), aguas residuales crudas municipales e industriales y aguas residuales tratadas municipales e industriales en el intervalo comprendido entre 0 °C y 45 °C.



Para su uso doméstico, como fuente de abastecimiento de agua potable, público urbano, recreativo con y sin contacto directo, riego agrícola, pecuario, acuacultura, industrial y protección de la vida acuática marina y de agua dulce y descarga en cuerpos receptores y alcantarillado municipal o reúso. Es de aplicación nacional.

2 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de esta norma mexicana se deben consultar las siguientes normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

NMX-AA-089/1-SCFI-2010	Protección al ambiente - calidad del agua - vocabulario - parte 1. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de marzo de 2011.
NMX-AA-089/2-1992	Protección al ambiente - calidad del agua - vocabulario - parte 2. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de marzo de 1992.
NMX-AA-115-SCFI-2001	Análisis de agua - Criterios generales para el control de la calidad de resultados analíticos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma mexicana, aplican los términos y definiciones contenidos en las normas mexicanas NMX-AA-089/1-SCFI-2010 y NMX-AA-089/2-1992 (véase 2 Referencias) y se establecen las siguientes:

3.1 Calibración:

El conjunto de operaciones que tiene por finalidad determinar los errores de un instrumento para medir y, de ser necesario, otras características metrológicas.



3.2 Escala Internacional de Temperatura 1990 (ITS-90):

Es la escala de temperatura adoptada por el Comité Internacional sobre Pesas y Medidas en 1989, que se define operacionalmente en términos de técnicas termométricas aplicables en intervalos definidos de temperatura.

3.3 Grado Celsius:

Es la unidad de la escala de temperatura definida por el punto del hielo fundente al que se le atribuye el valor de cero grados (0 °C) y el de ebullición del agua al que se le atribuye el valor cien grados (100 °C), ambos puntos determinados a la presión de 101,325 kPa.

3.4 Grado Fahrenheit:

Es la unidad de la escala de temperatura utilizada comúnmente en Estados Unidos de Norte América. Para esta escala, se atribuye el valor de 32 °F al punto del hielo fundente y el valor de 212 °F al de ebullición del agua, ambos puntos determinados a la presión de 101,325 kPa. La relación entre la temperatura expresada en grado Fahrenheit y en grado Celsius es: t (Fahrenheit) = $(9/5) t$ (Celsius) + 32.

3.5 kelvin:

Es la unidad de la escala de temperatura del Sistema Internacional de Unidades cuyo símbolo es K. La escala de temperatura kelvin se define por asignación del valor igual a 273,16 K a la temperatura del punto triple del agua.

3.6 Instrumentos o termómetros que indican expansiones o fuerzas proporcionales en los cambios de temperatura:

Las expansiones o fuerzas proporcionales a los cambios de temperatura, dentro de la gama de construcción y calibración del instrumento, son registradas por sistemas amplificadores mecánicos, eléctricos, electrónicos o combinación de ellos, para obtener las lecturas de temperatura.

3.7 Temperatura:

Potencial o grado calorífico referido a un cierto cuerpo.



3.8 Termómetro:

Instrumento que usualmente se pone en contacto con la sustancia cuya temperatura desea conocerse hasta que se alcance el equilibrio térmico. Dicho dispositivo, cuando está correctamente calibrado, permite obtener indirectamente el valor de temperatura, midiendo el cambio de alguna propiedad de un constituyente del mismo termómetro que varía monotónicamente con la temperatura.

3.9 Termómetro de inmersión completa:

Termómetro de líquido en vidrio, diseñado para indicar valores correctos de temperatura cuando el cuerpo completo del termómetro está sumergido en el líquido que se examina.

3.10 Termómetro de inmersión parcial:

Termómetro de líquido en vidrio, diseñado para indicar valores correctos de temperatura cuando el bulbo y una porción definida del vástago están expuestos a la temperatura por medir. El nivel de inmersión que debe coincidir con la superficie libre del cuerpo líquido está indicado por una marca sobre el vástago del termómetro. La porción remanente del vástago se encuentra usualmente expuesta al aire.

3.11 Termómetro de inmersión total:

Termómetro de líquido en vidrio, diseñado para indicar valores correctos de temperatura cuando el bulbo y la porción del vástago que contiene el líquido están expuestos a la temperatura por medir. La profundidad de inmersión del termómetro debe ajustarse de forma que el nivel superior del líquido del termómetro coincida con la superficie libre del líquido que se examina.

3.12 Termómetro de vidrio con columna de mercurio:

Termómetro que se basa en la dilatación del mercurio líquido para indicar la temperatura. Consta básicamente de un bulbo de vidrio que contiene el mercurio, soldado a un tubo capilar de vidrio de diámetro uniforme, graduado y sellado en su otra extremidad.



3.13 Termómetro de resistencia de platino:

Termómetro que se basa en la variación de la resistencia de un sensor, constituido por un hilo de platino, en función de la temperatura.

3.14 Termómetro de termistor:

Termómetro que se basa en la medición de la variación de resistencia de un sensor, constituido por un elemento semiconductor, en función de la temperatura. El termistor se utiliza en el intervalo de temperatura en el que la resistencia del elemento semiconductor disminuye monotónicamente cuando la temperatura se incrementa.

3.15 Termómetro de termopar:

Termómetro que se basa en el cambio de la diferencia de potencial que se establece en un termoelemento constituido por la soldadura entre dos metales o aleaciones metálicas diferentes cuando cambia la temperatura de la soldadura. El termopar se constituye por la asociación de dos termoelementos cuyas soldaduras se encuentran a temperaturas distintas.

4 PRINCIPIO

El principio se basa en las propiedades de los materiales de dilatarse o contraerse con los cambios de temperatura o en las propiedades eléctricas de los mismos con los que se realizará la medición; estas propiedades son siempre las mismas para una temperatura dada, lo que permite graduar los instrumentos de medición.

5 REACTIVOS Y PATRONES

- 5.1** Agua: Debe entenderse agua que cumpla con las siguientes características: a) Conductividad; 5,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ máximo a 25 °C y b) pH: 5,0 a 8,0.

6 MATERIALES

6.1 Son válidos para el uso propuesto de esta norma los siguientes dispositivos, siempre y cuando se encuentren calibrados o verificados contra un termómetro calibrado.

6.1.1 Termómetro o juego de termómetros de líquido en vidrio, con graduación de al menos $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, para cubrir el intervalo de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $101\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.1.2 Termómetro con sensor de termistor, con una resolución de lectura de al menos $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, para cubrir el intervalo de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $101\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.1.3 Termopar, con una resolución de lectura de al menos $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, para cubrir el intervalo de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $101\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.1.4 Termómetro con resistencia de Pt, con una resolución de lectura de al menos $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, para cubrir el intervalo de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $101\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.2 Envases de polietileno o de vidrio limpios.

6.3 Vasos térmicos de doble pared, provistos de su respectiva tapa.

7 EQUIPO

7.1 En el caso de que el Laboratorio efectúe la verificación de sus termómetros se requiere un baño maría con control de temperatura ajustable por lo menos entre $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $45\text{ }^{\circ}\text{C}$.

8 RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

8.1 Para esta medición no se requiere preparación ni conservación de las muestras.

- 8.2** Las determinaciones de temperatura deben efectuarse de inmediato en el lugar de muestreo.
- 8.3** Cuando sea preciso extraer una muestra, se toma un volumen aproximado de 1 L para termómetros de inmersión parcial en un envase de polietileno, de vidrio limpio o de doble pared y aproximado de 500 mL para Termopar u otro instrumento, en un envase de polietileno, de vidrio limpio o de doble pared; se determina la temperatura de inmediato.
- 8.4** Si la temperatura del cuerpo de agua o de la descarga es apreciablemente mayor o menor que la del ambiente (diferencia de temperatura superior a 5 °C), se recomienda extraer la muestra mediante un recipiente de muestreo y colocarlo posteriormente en un recipiente de doble pared, colocar la tapa y medir de inmediato la temperatura.

9 CONTROL DE CALIDAD

- 9.1** Cada laboratorio que utilice este método debe operar un programa de control de calidad en referencia a la norma NMX-AA-115-SCFI-2001 (véase 2 Referencias).
- 9.2** Es obligatorio para el laboratorio mantener los siguientes registros:
- 9.2.1** Los nombres y títulos de los analistas o muestreadores que ejecutaron los análisis y el encargado de control de calidad que verificó los análisis.
- 9.2.2** Las bitácoras o registros de los muestreadores o del analista en los que se contengan los siguientes datos:
- a) Identificación de la muestra;
 - b) fecha del análisis y
 - c) trazabilidad de la medición.



De tal forma que permita a un evaluador externo reconstruir cada medición mediante el seguimiento de la información desde la recepción de la muestra hasta el resultado final.

10 VERIFICACIÓN DE LOS TERMÓMETROS

10.1 La trazabilidad de los valores de temperatura reportados por quien aplique esta norma mexicana, con la Escala Internacional de Temperatura, se obtiene con el empleo de termómetros de uso rutinario, calibrados o verificados por comparación de lecturas con termómetros calibrados con trazabilidad demostrable al sistema internacional de unidades, y por aplicación de las correcciones, obtenidas de la calibración, a los valores de lecturas de las temperaturas obtenidas en las pruebas.

10.2 Verificación de los termómetros de uso rutinario

10.2.1 Esta verificación se efectúa por comparación de las lecturas del termómetro que se verifica con las de un termómetro calibrado, ambos termómetros se sumergen juntos en un mismo baño maría o en un mismo equipo comercial para calibración de termómetros. La verificación del termómetro se realiza a partir de una temperatura de 10 °C, en una serie de puntos espaciados dentro del intervalo del termómetro a verificar.

10.2.2 Ajustar la temperatura del baño maría por debajo de la primera temperatura por verificar. Introducir el (los) termómetro(s) por verificar en el baño maría, junto al termómetro calibrado de forma que los bulbos se sitúen en el mismo nivel de profundidad.

10.2.3 Actuar sobre el ajuste de temperatura del baño maría de forma que la temperatura se incremente lentamente a velocidad uniforme a medida que se acerque al punto de verificación. En la vecindad inmediata del punto de verificación, la velocidad de incremento de temperatura debe ser menor que una graduación en 5 min.

10.2.4 En el punto de verificación, registrar las lecturas de temperatura del (los) termómetro(s) por verificar y del termómetro calibrado. En caso de ser necesario, anotar la altura de columna emergente



de los termómetros de inmersión total para calcular las correcciones de lectura correspondientes.

10.2.5 Aumentar la velocidad de incremento de temperatura del baño maría hasta acercarse al punto de verificación siguiente y repetir 10.2.3 y 10.2.4.

10.2.6 Repetir 10.2.5 hasta alcanzar la temperatura de 45 °C.

10.3 Frecuencia de control de verificación de los termómetros.

10.3.1 Con periodicidad mínima anual, el laboratorio debe efectuar una verificación interna de los termómetros de uso rutinario.

10.3.2 El laboratorio debe establecer la frecuencia de control de calibración de su termómetro calibrado.

11 PROCEDIMIENTO

Siempre que sea posible se debe realizar la medición directamente en el cuerpo de agua, en caso de que esto no sea posible, extraer una porción de la muestra como se indica en el inciso 8.3. Esperar el tiempo suficiente para obtener mediciones constantes¹. Enjuagar con agua destilada el instrumento de medición.

Las lecturas se obtienen directamente de la escala del aparato medidor de temperatura, y se informan en grados Celsius (°C).

En el caso de aguas residuales, de ser posible todas las lecturas deben hacerse en las descargas o bien recolectar la muestra y realizar la medición. En caso de que no sea posible, ésta puede medirse en un punto accesible del conducto más próximo a la descarga.

11.1 Medir directamente la temperatura del agua, en caso de requerir extraer muestra, introducir el recipiente para muestreo, moverlo de manera circular durante 1 min para que se equilibre su temperatura con la del agua y retirar el recipiente con la muestra.

¹ Considerar las características del instrumento, existen en el mercado los de inmersión parcial o total. El vástago debe estar separado al menos 2 cm de las paredes del recipiente.

11.2 Sumergir inmediatamente el termómetro, en posición centrada en el recipiente, hasta la marca de inmersión parcial o hasta una graduación apropiada si el termómetro es de inmersión total. Aplicar ligeros movimientos circulares por lo menos durante 1 min hasta que la lectura del termómetro se estabilice. Si la temperatura de la muestra difiere en más de ± 5 °C de la del ambiente, repetir el muestreo a partir de 11.1 utilizando el vaso de doble pared. Si el termómetro es de sensor, éste debe sumergirse en el volumen mínimo de muestra y a la profundidad que recomienda el fabricante y las lecturas deben efectuarse después del tiempo de equilibrio recomendado en el manual del usuario.

11.3 Registrar la lectura y la altura de la columna emergente si el termómetro utilizado es de inmersión total.

11.4 Realizar por triplicado las operaciones 11.1 a 11.3.

12 CÁLCULOS

12.1 Calcular el promedio de las tres lecturas. Los resultados obtenidos se expresan redondeando al entero y en grados Celsius (°C).

13 INFORME DE LA PRUEBA

En el informe de la prueba se deben incluir los siguientes datos:

13.1 Identificación completa de la muestra;

13.2 Referencia de este método;

13.3 La lectura de temperatura obtenida, en °C, y

13.4 Fecha del análisis.

14 INTERFERENCIAS

14.1 Precauciones y recomendaciones relativas al uso de los termómetros de líquido en vidrio.

14.1.1 Error de paralaje: El error de paralaje puede eliminarse si se tiene cuidado en que la escala graduada del termómetro pueda observarse por reflexión sobre la columna del líquido dentro del capilar. Para ello, el observador ajusta el nivel de su ojo sobre una línea de lectura, de forma que la graduación más cercana del menisco se superponga exactamente a su propia imagen reflejada por el líquido. Si se desea efectuar lecturas muy precisas, también debe tomarse en cuenta que las líneas de la escala graduada tienen un cierto espesor y lo más apropiado es considerar la posición de las líneas definidas por su parte central. El uso de lupas especiales para termómetros disponibles comercialmente, puede facilitar la lectura de la temperatura sobre la escala graduada.

14.1.2 Durante el transporte de los termómetros, puede ocurrir una ruptura de la columna del líquido en el capilar o aún el paso del gas de relleno hacia el bulbo. Este tipo de problema debe detectarse y eliminarse antes de utilizar el termómetro. Para ello se verifica por inspección visual que no existen burbujas de gas encerradas en el bulbo y que no se detectan rupturas de la columna de líquido en el vástago del termómetro o gotas del líquido adheridas en la parte superior del capilar. Verificar también que el bulbo se encuentra en perfecto estado. Si se detecta alguno de los problemas antes mencionados, frecuentemente se puede remediar siguiendo las indicaciones que se dan en el Apéndice Informativo A.

14.1.3 Cuando no se utilizan, los termómetros se conservan en un estuche apropiado en posición vertical y en lugares no sometidos a vibraciones o sacudidas como en los cajones que se abren y cierran con frecuencia.

14.1.4 Existe a menudo cierta adherencia del mercurio sobre el vidrio que puede falsear la lectura de temperatura cuando el equilibrio se alcanza con una "columna descendente". Este problema es más notorio cuando el diámetro del capilar es menor que 0,1 mm. Para

evitar este problema, antes de efectuar la lectura, se recomienda dar un golpe ligero con la uña del dedo sobre el vástago del termómetro, cerca de la posición de lectura. Otra forma de evitar este problema consiste en alcanzar el equilibrio de temperatura con un termómetro colocado a una temperatura inicial inferior a la del cuerpo de agua por medir (columna ascendente).

- 14.1.5** Si se observa adherencia de mercurio dentro del capilar, que forme una capa o que queden gotitas de mercurio que no puedan eliminarse por el procedimiento indicado en el inciso anterior, ello es indicativo de una oxidación del mercurio y el termómetro debe descartarse.
- 14.1.6** Cuando se efectúan lecturas de temperatura en medios transparentes bajo iluminación obtenida con un foco de tungsteno, el calor irradiado puede causar errores en el valor de la temperatura medida y también puede invalidar cualquier corrección de lectura de temperatura por efecto de columna emergente.
- 14.1.7** Las lecturas de temperatura deben efectuarse después de que el termómetro esté en equilibrio de temperatura con el medio. En general, se puede considerar que con termómetros de mercurio en vidrio, un tiempo de 1-2 min después de sumergir el termómetro es generalmente suficiente para efectuar lecturas en condiciones de equilibrio de temperatura.
- 14.1.8** En aguas subterráneas y de pozos a profundidades mayores a 200 metros, puede ocurrir una variación en la medición, debido a la diferencia de temperaturas entre el medio y el artefacto muestreador, asegurar que el artefacto muestreador se equilibre con la temperatura del agua a muestrear.

15 SEGURIDAD

- 15.1** Esta norma no especifica todas las normas de seguridad que deben observarse durante su aplicación. Es responsabilidad del usuario observar las reglas generales y particulares de higiene y seguridad aplicables a las operaciones de muestreo y al manejo de materiales especificados en esta norma.



- 15.2** Los termómetros de mercurio en vidrio son frágiles. En caso de ruptura, deben tomarse las medidas oportunas para evitar la contaminación del ambiente con el mercurio que pudiera derramarse.
- 15.3** Cuando se trate de aguas residuales se debe usar el equipo de protección adecuado: ropa de algodón, guantes adecuados para el tipo de descarga, lentes de seguridad, mascarillas y zapatos de seguridad.
- 15.4** Cuando se emplean termómetros de líquido en vidrio, siempre deben de usarse y almacenarse en forma vertical para evitar la disgregación del líquido de llenado.

16 MANEJO DE RESIDUOS

En la prueba realizada en campo, después de efectuar la medición, la muestra que se haya tomado se regresa al cuerpo de agua muestreado.

17 VIGENCIA

La presente norma mexicana entrará en vigor 60 días naturales después de la publicación de su declaratoria de vigencia en el **Diario Oficial de la Federación**.

18 BIBLIOGRAFÍA

- NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997 (ACUERDO por el cual se reforma la nomenclatura de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como la ratificación de las mismas previa a su revisión quinquenal, publicado en Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2003).



- NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.
- NOM-011-SCFI-2004 Instrumentos de medición - Termómetros de líquido en vidrio para uso general – Especificaciones y métodos de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de octubre de 2004.
- NMX-AA-093-SCFI-2000 Análisis de agua - Determinación de la conductividad electrolítica – Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de diciembre de 2000.
- NMX-AA-116-SCFI-2001 Análisis de agua - Guía de solicitud para la presentación de métodos alternos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.
- ASTM Designation E 1 Specification for ASTM Thermometers, American Society for Testing and Materials, Part 14.03, 1995.
- ASTM Designation E-77 Standard Test Methods for Inspection and Verification of Liquid-in-Glass Thermometers, American Society for Testing and Materials, Part. 14.03, 1995.
- ASTM Designation E 344 Terminology Relating to Thermometry and Hygrometry. American Society for Testing and Materials.
- ASTM Designation E 563 Standard Practice for Preparation and Use of Freezing Point Reference Bath. American Society for Testing and Materials.
- Método 170.1 Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, EPA-600/4-79-020 Revised 1983.15.9 Acuerdo por el que se Establecen los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89, Diario Oficial de la Federación, 13 de diciembre de 1989.
- Method 2550 Temperature - en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington, DC 20005, 19th Edition., 1995.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

NMX-AA-007-SCFI-2013
16/18

- M.L. McGlashan, Physico-Chemical Quantities and Units, Royal Institute of Chemistry, 2nd Ed. 1971.
- R.N. Goldberg, R.D. Weir, Conversions of Temperatures and Thermodynamic Properties to the Basis of the International Temperature Scales of 1990, Pure & Appl. Chem., 64 (1992) 1545.

19 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma mexicana no coincide con ninguna norma internacional por no existir norma internacional sobre el tema tratado.

APÉNDICE INFORMATIVO A

PROCEDIMIENTO PARA ELIMINAR BURBUJAS

A.1 Procedimiento para eliminar burbujas del bulbo o para unir la columna del líquido seccionada en el capilar de un termómetro de líquido en vidrio.

A.1.1 Cuando se observa la existencia de burbujas en el bulbo o la ruptura de la columna de líquido en el capilar, a menudo pueden eliminarse estos problemas mediante enfriamiento suficiente del bulbo hasta que la totalidad del líquido se encuentre reunida en él. Efectuar esta operación observando las siguientes precauciones:

Preparar una mezcla refrigerante en un vaso de doble pared, de boca ancha, de capacidad que no requiere ser mayor que 350 mL, colocando 250 mL de acetona grado técnico e introduciendo cuidadosamente trozos de hielo seco hasta que disminuya suficientemente la temperatura de la acetona. Manteniendo el termómetro en posición vertical, introducir parcialmente el bulbo en la mezcla refrigerante y evitar el enfriamiento del vástago para que no existan riegos de solidificación del líquido contenido en el capilar. Si el termómetro contiene mercurio, evitar que se solidifique en el bulbo. Durante el enfriamiento, dar pequeños golpes con la uña del dedo sobre el vástago para facilitar el desalojo de la burbuja. Dejar finalmente que el termómetro alcance nuevamente la temperatura ambiente manteniéndolo en posición vertical. Verificar que el tratamiento da un resultado satisfactorio.

A.1.2 Si sólo se presenta una ruptura de la columna de líquido en el capilar, pueden aplicarse varios tratamientos.

A.1.2.1 Si la ruptura se sitúa cerca del límite superior de la columna de líquido y si el capilar del termómetro tiene una pequeña cámara de expansión arriba del límite superior de la escala graduada, el líquido puede unirse por calentamiento progresivo y cuidadoso del

bulbo sumergido en un baño de aceite apropiado, hasta que la burbuja de gas alcance dicha cámara. Para facilitar la unión de las porciones de líquido, se pueden dar golpecitos con la uña del dedo sobre el vástago del termómetro. Cuando las porciones de líquido se reúnen, se retira el bulbo del baño de aceite y se deja enfriar lentamente el termómetro manteniéndolo en posición vertical. Se verifica que el tratamiento da el resultado esperado. Puesto que en este tratamiento, el calentamiento del bulbo rebasa la temperatura del límite superior de la escala de lectura del termómetro, es preciso dejar éste en reposo a la temperatura ambiente por lo menos durante 72 h. (Este método no debe aplicarse a termómetros que indican temperaturas superiores a 250 °C debido a la alta presión del gas que se genera en el capilar que puede romper el bulbo o provocar su deformación permanente).

- A.1.2.2** Los termómetros que tienen una cámara de contracción situada entre el bulbo y el inicio de la escala graduada pueden presentar separación bien sea en la cámara o en la porción de capilar situada inmediatamente arriba de la cámara. A menudo es posible eliminar la separación reuniendo el mercurio en la cámara de contracción por enfriamiento del bulbo.

México, D.F., a 23 de enero de 2014.

**EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS
LIC. ALBERTO ULISES ESTEBAN MARINA**