

GUÍA TÉCNICA SOBRE TRAZABILIDAD E INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN EN LOS SERVICIOS DE CALIBRACIÓN DE COLUMNAS DE LÍQUIDO

México, Abril 2008

Derechos reservados ©

PRESENTACIÓN

Durante la evaluación de la competencia técnica de los laboratorios de calibración y de ensayo, la demostración de la trazabilidad y la estimación de la incertidumbre de las mediciones, requiere la aplicación de criterios técnicos uniformes y consistentes.

Con el propósito de asegurar la uniformidad y consistencia de los criterios técnicos en la evaluación de la trazabilidad y la incertidumbre de las mediciones, la entidad mexicana de acreditación, a. c. (ema), solicitó al Centro Nacional de Metrología (CENAM) que encabezara un programa de elaboración de Guías Técnicas de Trazabilidad e Incertidumbre de las Mediciones.

Los Comités de Evaluación, a través de los Subcomités de los Laboratorios de Calibración y de Ensayo, se incorporan a este programa y su participación está orientada a transmitir sus conocimientos y experiencias técnicas en la puesta en práctica de las Políticas de Trazabilidad y de Incertidumbre establecidas por ema, mediante el consenso de sus grupos técnicos de apoyo. La incorporación de estos conocimientos y experiencias a las Guías, las constituyen en referencias técnicas para usarse en la evaluación de la competencia técnica de los laboratorios de calibración y ensayo.

En este programa, el CENAM se ocupa, entre otras actividades, de coordinar el programa de las Guías Técnicas; proponer criterios técnicos sobre la materia; validar los documentos producidos; procurar que todas las opiniones pertinentes sean apropiadamente consideradas en los documentos; apoyar la elaboración de las Guías con eventos de capacitación; asegurar la consistencia de las Guías con los documentos de referencia indicados al final de este documento.

La elaboración de las Guías está vinculada con la responsabilidad que comparten mutuamente los laboratorios acreditados de calibración y de ensayo, de ofrecer servicios con validez técnica en el marco de la evaluación de la conformidad. La calidad de estos servicios se apoya en la confiabilidad y uniformidad de las mediciones, cuyo fundamento está establecido en la trazabilidad y en la incertidumbre de las mismas. Los que ejercitan la evaluación de la competencia técnica de los laboratorios, así como los que realizan la práctica rutinaria de los servicios acreditados de calibración y ensayo, encontrarán en las Guías una referencia técnica de apoyo para el aseguramiento de las mediciones.

Las Guías Técnicas de Trazabilidad e Incertidumbre de las Mediciones no reemplazan a los documentos de referencia en que se fundamentan las políticas de trazabilidad e incertidumbre de **ema**. Las Guías aportan criterios técnicos que servirán de apoyo a la aplicación de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006. La consistencia de las Guías con esta norma y con los demás documentos de referencia, permitirá conseguir el propósito de asegurar la confiabilidad de la evaluación de la conformidad por parte de los laboratorios de calibración y ensayo.

Dr. Héctor O. Nava Jaimes
Director General
Centro Nacional de Metrología

María Isabel López Martínez
Directora Ejecutiva
entidad mexicana de acreditación a.c.

Grupo de Trabajo que participó en la elaboración de esta Guía:

MUÑOZ ROLDÁN, Fabiola, Calpro, S.A. de C.V.

SANTANDER ROMERO, Luis Antonio, CENAM

TORRES GUZMÁN, Jorge C., CENAM

ÍNDICE

	Página
PRESENTACIÓN	2
GRUPO DE TRABAJO QUE PARTICIPÓ EN LA ELABORACIÓN	4
ÍNDICE	5
I. PROPÓSITO DE LA GUÍA TÉCNICA	6
II. ALCANCE DE LA GUÍA TÉCNICA	6
III. MENSURANDO	6
IV. MÉTODO Y SISTEMA DE MEDICIÓN	7
V. CONFIRMACIÓN METROLÓGICA Y CALIFICACIÓN DE EQUIPOS	9
VI. TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES	9
VII. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN	12
VIII. VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE MEDICIÓN	13
IX. BUENAS PRÁCTICAS DE MEDICIÓN	14
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

I. PROPÓSITO DE LA GUÍA TÉCNICA

Establecer criterios y requisitos en la calibración de columnas de líquido a fin de lograr calibraciones con trazabilidad e incertidumbre confiables.

Esta guía es una recomendación del subcomité de presión, temperatura y humedad de la **ema** (sin ser un documento normativo) y cualquier modificación deberá analizarse por el cuerpo colegiado correspondiente.

Esta guía establece los requisitos mínimos que debe de cumplir el laboratorio que pretenda realizar el servicio aquí indicado.

El proceso de evaluación del laboratorio no es una asesoría y por lo tanto el evaluado es responsable de demostrar que satisface sistemáticamente los requisitos para ofrecer servicios de calibración técnicamente válidos y trazables.

Esta guía técnica de trazabilidad e incertidumbre no sustituye sino pretende facilitar la aplicación de las normas NMX-EC-17025-IMNC-2006, NMX-CH-140-IMNC-2002.

II. ALCANCE DE LA GUÍA TÉCNICA

Esta guía establece los requisitos mínimos para la calibración de balanzas de columnas de líquido contra otra columna de líquido, balanza de presión o un manómetro de alta exactitud por el método de comparación directa que garantizan la trazabilidad y uniformidad en la estimación de la incertidumbre de calibración.

III. MENSURANDO

Es el error de la presión medida en la columna de líquido, obtenido mediante la medición de la diferencia de alturas entre meniscos o la altura de la columna de tipo cisterna, ingresados en tablas o ecuaciones que nos permitan obtener unidades de presión.

III.1 Intervalo típico de medición

El límite superior de medición quedará acotado por capacidad de los equipos, sin embargo el límite inferior típicamente se establece al 10 % del alcance de medición. Pudiendo reducirse realizando una degradación de la exactitud del equipo patrón.

El alcance máximo de las columnas de líquido es de 120 kPa.

III.2 Incertidumbre de medición esperada

La incertidumbre resultante no podrá ser menor que la incertidumbre de los patrones asociados en la calibración.

Por lo general no se evalúa la conformidad debido a que no existe norma aplicable, por lo que para realizar el servicio se debe mantener una relación de exactitudes entre el patrón y el equipo calibrado de 4:1, para que el impacto del patrón utilizado en la incertidumbre para la calibración del instrumento no sea mayor al 5 % de acuerdo a la ley de propagación de incertidumbre.

IV. MÉTODO Y SISTEMA DE MEDICIÓN

A continuación se especifica los lineamientos mínimos que deben ser considerados para realizar el método de comparación directa en la calibración de columnas de líquido, incluyendo el sistema de medición.

IV.1 Método de medición

Comparación directa: Comparación de las lecturas de la columna bajo calibración contra las lecturas del patrón utilizado conectados a la misma fuente de generación de presión, garantizando la hermeticidad del sistema.

IV.2 Documento de consulta

- ◆ CNM-MMF-PT-001 Manómetros de Columna de Líquido, Torres Guzmán J. C., Aranda V. M., Centro Nacional de Metrología. Diciembre 2002.
- ◆ NMX-CH-064 Terminología de metrología de presión.

IV.3 Procedimiento de medición

1. Verificar si el instrumento esta dentro del alcance de acreditación.
2. Revisión de condiciones físicas de la columna de líquido a calibrar (nivel de líquido, impurezas en el liquido, fisuras en el contenedor, hermeticidad de la columna, elementos de longitud visibles y adecuados).
3. Permitir el equilibrio térmico de la columna a las condiciones que se realizará la calibración, teniendo en cuenta un tiempo mínimo de 5 horas.
4. Conectar y verificar la hermeticidad del sistema de calibración incluyendo la columna a calibrar.
5. Verificar la nivelación de la columna de líquido.
6. Determinar los niveles de referencia para los equipos.

7. Prueba de hermeticidad al 100 % del alcance de medición de la columna de líquido.
8. Seleccionar como mínimo 10 puntos de medición, distribuidos uniformemente a lo largo del alcance de medición.
9. Tomar como mínimo 3 repeticiones en cada punto de medición, realizadas en 2 ascensos y 1 descenso.

Nota: Deberá considerar las magnitudes de influencia en cada punto de medición.

IV.4 Equipos e instrumentos, instalaciones

Instrumento patrón (columna de líquido, balanza de presión o manómetro de alta exactitud)

Fuente de generación de presión

Dispositivo para medir diferencias de alturas

Nivel

Barómetro

Termómetro

Higrómetro

Gas seco o inerte

Base rígida y adecuada para los instrumentos

Todos los instrumentos necesarios para incluir las correcciones en el patrón utilizado

IV.5 Competencia técnica del personal

El técnico de calibración debe de cumplir con los siguientes requisitos:

Demostrar la competencia en términos de su educación formal como mínimo de bachillerato o equivalente, experiencia mínima de 20 calibraciones bajo supervisión y en el manejo del equipo, patrones y elementos auxiliares para la calibración de columnas de líquido. Así como, conocimientos y habilidades específicas básicas en la magnitud de presión comprobable, en calibración de columnas de líquido, mediante una evaluación teórica y práctica, requeridas para alcanzar la incertidumbre de las mediciones pretendidas. Para demostrar lo anterior se deberá contar con evidencia documentada. Las actividades y responsabilidades que pueden ser encomendadas a este técnico en calibración son como máximo: preparación de la calibración (limpieza, instalación), toma de lecturas de acuerdo a procedimientos establecidos, captura de datos y desmontaje de instrumentos.

El personal signatario debe de cumplir con los siguientes requisitos:

Deberá cumplir con los requisitos del técnico de calibración, adicionalmente deberá contar mínimo con carrera técnica (Conalep, UT's, CBTIS, CETIS, etc.), experiencia mínima de un año.

El responsable técnico debe de cumplir con los siguientes requisitos:

Deberá cumplir con los requisitos del signatario, además de contar con una licenciatura en ingeniería o rama afín, tener la capacidad de supervisar los trabajos realizados del

laboratorio, así como desarrollar y revisar los procedimientos y cálculos de las calibraciones.

Nota: Las responsabilidades y actividades mínimas del personal serán de acuerdo a los lineamientos de la **ema**.

V. CONFIRMACIÓN METROLÓGICA Y CALIFICACIÓN DE EQUIPOS

Este apartado es especialmente importante para las mediciones realizadas en un laboratorio de ensayo.

V.1 Confirmación metrológica

El laboratorio deberá contar con elementos suficientes para demostrar la confirmación metrológicas de su sistema de medición acorde al tipo de patrón utilizado y su clase de exactitud. [ISO 10012].

Los periodos entre calibraciones no deberán exceder de 1 año.

V.2 Calificación de equipos

No aplica.

VI. TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES

La trazabilidad de las mediciones de las columnas de líquido calibradas debe ser a patrones nacionales en presión.

La trazabilidad de las mediciones para la calibración de columnas de líquido deberá ser evidenciada con los respectivos certificados o informes de calibración.

VI.1 Trazabilidad, calibración y patrón

Trazabilidad: Propiedad del resultado de una medición o de un patrón, tal que ésta pueda ser relacionada con referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas incertidumbres determinadas [1].

NOTAS

- i. El resultado de una medición o el valor de un patrón están relacionadas con referencias determinadas.

- ii. Este concepto se expresa frecuentemente por el adjetivo trazable.
- iii. La cadena ininterrumpida de comparaciones es llamada cadena de trazabilidad.

Patrón: Medida materializada, aparato de medición o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad, o uno o varios valores conocidos de una magnitud, para servir de referencia [1].

Calibración: Conjunto de operaciones que establecen bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores indicados por un aparato o sistema de medición o los valores representados por una medida materializada y los valores correspondientes de la magnitud realizada por los patrones [1].

Verificación: Confirmación y provisión de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados [4].

Debe notarse que la calibración NO incluye operaciones de ajuste, y tampoco implica la comparación con requisito alguno, por lo que debe entenderse que la verificación es una actividad no incluida en la calibración, aunque sean necesarios los resultados de una calibración para soportarla.

VI.2 Utilidad de la trazabilidad

La trazabilidad es la propiedad de las mediciones que permite hacer comparaciones entre ellas, por lo que es indispensable para construir la confianza en las mismas. Cabe subrayar que sólo tienen sentido las comparaciones entre medidas asociadas a una misma magnitud.

La trazabilidad de una medición está relacionada con la disseminación de la unidad correspondiente a esa medición. La expresión del valor de una magnitud incluye la referencia a una unidad de medida, la cual ha sido elegida por acuerdo, y por tanto, las medidas de la misma magnitud deben estar referidas a la misma unidad. Aún cuando la definición de trazabilidad no impone limitaciones sobre la naturaleza de las *referencias determinadas*, es conveniente lograr la uniformidad universal de las mismas mediante el uso de las unidades del Sistema Internacional de Unidades, SI, las cuales ya han sido convenidas en el marco de la Convención del Metro. En México, es obligatorio el uso del Sistema General de Unidades de Medida [3], el cual contiene a las unidades del SI.

La definición de cada una de las unidades del SI puede llevarse a la práctica mediante el uso de algún instrumento, artefacto o sistema de medición, lo cual de hecho, es la realización física de la unidad de medida. Un patrón nacional de medida se establece mediante la realización física de una unidad de medición, con la característica de que mantiene, tanto la menor incertidumbre de medición en una nación, cuanto la comparabilidad con patrones nacionales de otros países. El patrón nacional constituye el primer eslabón de la cadena de trazabilidad en una nación. Estas realizaciones están usualmente bajo la responsabilidad de los institutos nacionales de metrología, quienes

diseminan las unidades de medición al siguiente eslabón en la cadena de trazabilidad. Las calibraciones de instrumentos o patrones de medición constituyen los eslabones de la cadena de trazabilidad.

Los materiales de referencia certificados constituyen un patrón de referencia para la medición de propiedades de los materiales. Por ejemplo, la cantidad certificada de un líquido en una muestra de sal, es un material de referencia certificado para la medición de humedad.

Existen algunos mensurandos definidos por un método de medición, y en tales casos la aplicación estricta de los métodos constituye el eslabón de la cadena de trazabilidad.

Las magnitudes derivadas tienen trazabilidad originada en más de una referencia determinada, en cuyo caso aparecen varias cadenas de trazabilidad que parten de las unidades base que componen la unidad derivada, y se encuentran en un punto de concurrencia que eventualmente conecta a las medidas bajo examen. Nuevamente, las cadenas pueden estar constituidas por calibraciones o por la aplicación apropiada de los métodos correspondientes.

VI.3 Elementos de la trazabilidad

Carta de trazabilidad

Los siguientes equipos deberán estar calibrados para asegurar la trazabilidad e incertidumbre de la medición para la calibración de columnas de líquido.

Instrumento patrón (columna de líquido, balanza de presión o manómetro de alta exactitud)

Dispositivo para medir diferencias de alturas

Barómetro

Termómetro

Higrómetro

Todos los instrumentos necesarios para incluir las correcciones en el patrón utilizado

Para asegurar que la trazabilidad e incertidumbre de la medición para la calibración de columnas de líquido los equipos antes mencionado su periodo de calibración no deberá exceder 1 año.

Los mecanismos para mantener la trazabilidad de las mediciones deberán ser los siguientes:

- Programa adecuado de calibración, no excediendo un lapso de 1 año
- Contar con cartas de control del equipo necesario para realizar las calibraciones.
- Contar con un programa de verificaciones entre cada calibración.
- Cuando sea posible participación en comparaciones.

VII. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

Incertidumbre de medición: Parámetro asociado al resultado de una medición que caracteriza la dispersión de los valores que podrían razonablemente ser atribuidos al mensurando [1].

Debido a que el mensurando es el error de medición que de la columna de líquido, el modelo de medición se puede expresar de la siguiente manera:

$$E = P_{col} - P_{sist. cal.}$$

El modelo de medición utilizado para determinar el error real de la columna es:

$$P_{col} = P_n \frac{g_l}{g_n} \frac{\rho_{f(t,P)}}{\rho_{f_n}} (1 + \alpha \Delta t)$$

Aplicando la ley de propagación de incertidumbre al modelo de medición del mensurando nos queda:

$$u_c = \sqrt{u_{P_{col}}^2 + u_{P_{sist. cal.}}^2}$$

Donde la incertidumbre del sistema de calibración tendrá que ser determinada según sea el instrumento que se utilizó como patrón y la incertidumbre de la presión en la columna deberá contemplar todas las posibles fuentes de incertidumbre (resolución, repetibilidad, modelo de medición, etc.)

Los coeficientes de sensibilidad para el modelo de medición de la columna bajo calibración son:

$$\frac{\partial P}{\partial P_n} = \frac{P}{P_n}$$
$$\frac{\partial P}{\partial g_l} = \frac{P}{g_l}$$
$$\frac{\partial P}{\partial \rho_f} = \frac{P}{\rho_f}$$
$$\frac{\partial P}{\partial \rho_{f_n}} = - \frac{P}{\rho_{f_n}}$$
$$\frac{\partial P}{\partial \alpha} = \frac{P \Delta t}{1 + \alpha \Delta t}$$
$$\frac{\partial P}{\partial \Delta t} = \frac{P \alpha}{1 + \alpha \Delta t}$$

VIII. VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE MEDICIÓN

Validación del método: Demostrar que las características de desempeño de un método de medición son adecuadas para la exactitud requerida.

Para asegurar que la trazabilidad de las mediciones se mantiene y que el valor de la incertidumbre de la medición es válido, el laboratorio evaluado puede demostrarlo mediante lo siguiente:

- a) Comparación de resultados alcanzados con otros métodos.
El nuevo método se puede validar si al comparar los resultados obtenidos entre éste y otro diferente validado son iguales o mejores.
- b) Comparaciones entre laboratorios.
Cuando se comparan los resultados obtenidos por uno o más laboratorios externos (preferentemente acreditados y/o que pertenezcan al SNC) utilizando un método. Se analizan por medio de normas y/o documentos técnicamente válidos, p. e. ISO-5725 o documento Noramet 8.
- c) Evaluación sistemática de los factores que tienen influencia en los resultados.
Consta de cuantificar la variabilidad de cada factor que afecta los resultados de la medición, dicha cuantificación se realiza de manera individual, suele aplicarse cuando no se cuenta con un modelo matemático que incluya todas las variables de influencia. A esto se le llama también caracterización.

Esto también puede hacerse para mejora de incertidumbre sobre un modelo matemático ya conocido.

- d) Evaluación de la incertidumbre de los resultados con base en el conocimiento científico de los principios teóricos del método y de la experiencia práctica.

Esta evaluación aplica principalmente cuando el laboratorio desea mejorar su incertidumbre o no tiene bien caracterizadas las variables de influencia que afectan las mediciones durante la calibración de columnas de líquido.

Nota: Cuando se hacen algunos cambios en los métodos no normalizados validados, la influencia de tales cambios debe ser documentada.

- e) Evaluación de la incertidumbre del laboratorio.
Ésta puede ser determinada mediante ensayos de aptitud, pruebas R y r, análisis de varianzas o cualquier otro método que asegure la confiabilidad en las mediciones derivadas de factores humanos.

La validación del método debe incluir las especificaciones de los requisitos, determinación de las características del método, una verificación de que se pueden cumplir los requisitos usando dicho método y una declaración en la validez.

Se pueden aplicar uno o varios de los incisos anteriores, tomando en cuenta que el fin es demostrar que el método se encuentra validado y que se identificaron y validaron los aspectos que puedan influir sobre la trazabilidad y la incertidumbre de las mediciones.

IX. BUENAS PRÁCTICAS DE MEDICIÓN

Para las buenas prácticas de calibración de manómetros, transductores y/o transmisores de presión es requisito indispensable cumplir con lo siguiente:

El patrón de trabajo debe:

- ❑ Tener el alcance de medición, exactitud e incertidumbre suficiente para calibrar el instrumento bajo prueba de acuerdo al punto III.2 de esta guía.
- ❑ Estar vigente en su calibración y dentro del control “estadístico” (cartas de control), que mantenga el laboratorio para el patrón.
- ❑ Utilizar el fluido manométrico que no dañe a la columna.
- ❑ Estar en óptimas condiciones de funcionamiento, cumpliendo con sus programas de mantenimiento preventivo como: *fluido utilizado* limpio y dentro de especificaciones, *elemento sensor* (pistón-cilindro, Bourdon, diafragma etc.) limpio evitando su contaminación, *cables, conectores y empaques* limpios y en buen estado de funcionamiento.
- ❑ Aplicar las correcciones necesarias de acuerdo al patrón utilizado, utilizando el modelo matemático necesario de acuerdo al nivel de incertidumbre requerido y/o solicitado.
- ❑ Asegurar la trazabilidad al patrón nacional de presión, cumpliendo con el punto VI.1 de esta guía.

Las Instalaciones deben:

- ❑ Registrar continuamente las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa y presión barométrica) del laboratorio.
- ❑ Mantener una temperatura ambiente estable de acuerdo al nivel de incertidumbre requerido y/o solicitado en la medición.
- ❑ Mantener una humedad adecuada (que no exceda el 80%) de acuerdo al nivel de incertidumbre requerido y/o solicitado en la medición.
- ❑ Mantener las instalaciones limpias y ordenadas.
- ❑ Evitar el introducir alimentos y/o bebidas al área de calibración.
- ❑ Evitar el acceso a personas no autorizadas.
- ❑ Supervisar el mantenimiento del área de calibración evitando cualquier daño a los patrones de trabajo y/o referencia.
- ❑ Cumplir con los requisitos establecidos en el punto IV.4 de esta guía.

El equipo auxiliar (termómetro, barómetro, higrómetro, medidor de alturas, etc.) debe:

- ❑ Estar vigente en su calibración dentro del control “estadístico” (cartas de control), que mantiene el laboratorio para el equipo auxiliar, cuando sea necesario.
- ❑ Tener el alcance de medición, exactitud e incertidumbre suficiente para calibrar el instrumento bajo prueba de acuerdo al punto III.2 de esta guía, y considerando el nivel de incertidumbre requerido y/o solicitado.
- ❑ Estar en óptimas condiciones de funcionamiento, cumpliendo con sus programas de mantenimiento preventivo cables, conectores y empaques limpios y en buen estado de funcionamiento).
- ❑ Cumplir con los requisitos establecidos en el punto IV.4 de esta guía.

Método y/o procedimiento de medición debe:

- ❑ Asegurar su trazabilidad al patrón nacional de presión aplicando el punto VI de esta guía.
- ❑ Cumplir con los requisitos mínimos de esta guía mencionados en el punto IV.
- ❑ Estar documentado con suficiente detalle de acuerdo a los patrones, condiciones ambientales con que cuenta el laboratorio y al nivel de incertidumbre solicitado.
- ❑ Ser revisado periódicamente.

Instrumento bajo prueba debe:

- ❑ Estar en condiciones de funcionamiento, limpio y no contaminado.
- ❑ Leer el manual del fabricante antes de su calibración, para revisar su funcionamiento, especificaciones y el fluido manométrico que puede utilizar para no dañarlo.
- ❑ Cumplir con la relación de exactitudes para su calibración, propuesta en esta guía en el punto III.2 o en caso contrario documentarlo.
- ❑ Evitar el no aplicar sobre presiones de acuerdo a su alcance de medición.
- ❑ Cumplir con los pasos establecidos en el punto IV de esta guía.

El personal debe:

- ❑ Tener los conocimientos necesarios para cumplir con su actividad desempeñada dentro del laboratorio (técnico, signatario, responsable técnico, etc.).
- ❑ Cumplir con los requisitos propuestos en el punto IV.5 de esta guía.
- ❑ Estar en un esquema de evaluación periódica que asegure la repetibilidad y reproducibilidad de las mediciones.
- ❑ Estar dentro de un programa de capacitación.

Los informes de calibración deben:

- ❑ Contener la información necesaria para reproducir las mediciones.
- ❑ Ser claros y sin ambigüedad para el cliente.
- ❑ Contener gráficos cuando sea necesario.
- ❑ Asegurar la trazabilidad de las mediciones y/o resultados del informe, al patrón nacional de presión cumpliendo con lo estipulado en el punto VI de esta guía.
- ❑ Estimar la incertidumbre del resultado de la medición cumpliendo con lo estipulado en el punto VII de esta guía.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] NMX-Z-055:1996 IMNC Metrología – Vocabulario de términos fundamentales y generales; equivalente al documento International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, 1993.
- [2] NMX-EC-17025-IMNC-2006 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.
- [3] NOM- 008-SCFI Sistema General de Unidades de Medida.
- [4] NMX-CC-9000-IMNC-2000 Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario.
- [5] NMX-CC-10012-IMNC-2003 Sistema de gestión de las mediciones – Requisitos para procesos de medición y equipos de medición.
- [8] Políticas referentes a la trazabilidad e incertidumbre de mediciones, Serie documentos, **ema**,
<http://www.ema.org.mx/ema/pdf/PROCEDIMIENTOS/TRAZABILIDAD%20E%20INCERTIDUMBRE%20SC-2002-12-12.pdf>, 2002.
- [7] The mutual recognition arrangement, BIPM, (1999). También en <http://www.bipm.fr/en/convention/mra>
- [9] NMX-CH-140-IMNC-2002 Guía para la expresión de la incertidumbre de las mediciones; equivalente al documento Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, 1995.
- [10] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. Supplement 1. Numerical Methods for the Propagation of Distributions. Preparado por miembros de JCGM/WG1/SC1, Diciembre 2002.
- [14] CNM-MMF-PT-001 Manómetros de Columna de Líquido, Torres Guzmán J. C., Aranda V. M., Centro Nacional de Metrología. Diciembre 2002.
- [15] NMX-CH-064 Terminología de metrología de presión.

IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS

INCISO	PÁGINA	CAMBIO(S)
PRESENTACIÓN	3	Se actualizó la fecha de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2000 por NMX-EC-17025-IMNC-2006
I	6	Se actualizó la fecha de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2000 por NMX-EC-17025-IMNC-2006
X	17	Se actualizó la fecha de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2000 por NMX-EC-17025-IMNC-2006
X	17	Se rectificó la codificación de la norma NMX-EC-9000-IMNC-2000 por NMX-CC-9000-IMNC-2000
Observaciones:		