

Requisito 5.10.4.3 de la NMX EC 17025 2006, Una Experiencia Práctica en las Áreas de Volumen y Flujo

Pablo Canalejo Cabrera, Edgar Blancas Téllez, Ricardo Bolaños León

Internacional de Bienes, Servicios e Ingeniería, S. A. de C. V.
Rayas 66B, Valle Gómez, 15210, Distrito Federal, México.
info@ibsei.com

RESUMEN

De conformidad con el requisito 5.10.4.3 de la NMX-EC-17025-IMNC-2006; "Requisitos para la competencia técnica de los laboratorios de calibración", cuando un laboratorio acreditado es autorizado por su cliente para ajustar o reparar un instrumento de medición, el cliente, teniendo en cuenta sus necesidades, debe exigir, y el laboratorio informar, los resultados de calibración antes y después de haber realizado el ajuste o la reparación del instrumento, siempre que estén disponibles o sea posible. La ponencia presenta los resultados de la experiencia práctica de IBSEI, laboratorio de calibración acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (ema) en las áreas de flujo y volumen en la aplicación del requisito.

1. INTRODUCCIÓN

La revisión del Documento D 10 de la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) concluyó finalmente en el 2007 después de la aprobación final del proyecto de revisión, desarrollado de conjunto por la Cooperación Internacional para la Acreditación de Laboratorios (ILAC) y la OIML.

El nuevo Documento, identificado como ILAC-G24:2007 / OIML D 10:2007 (E) y titulado "Lineamientos para la determinación de los intervalos de calibración de los instrumentos de medición", tiene como objetivo principal ofrecer a los laboratorios y a los usuarios de instrumentos de medición, las herramientas para crear y administrar sus programas de calibración.

A pesar del interés y la autoría de ILAC, la aplicación de los lineamientos establecidos en el nuevo documento no es una responsabilidad de las entidades de acreditación, en México, la Entidad Mexicana de Acreditación (ema).

Para crear sus programas de calibración los laboratorios o usuarios en general deben tener en cuenta la vigilancia sistemática de la conducta metrologica de sus instrumentos durante su vida útil. Para ello es indispensable la información que deben suministrar los proveedores de los servicios de mantenimiento, reparación, ajuste y calibración.

Cuando estos proveedores son laboratorios acreditados, la disponibilidad y la entrega de la información es un requisito de la NMX-EC-17025-IMNC-2006; "Requisitos para la competencia técnica de los laboratorios de calibración". La norma exige al

laboratorio informar a su cliente los resultados de calibración antes y después de haber realizado cualquier ajuste o reparación del instrumento, siempre que sea posible y esté disponible la información.

En esta ponencia se discute la necesidad de los usuarios de instrumentos de medición de crear y administrar programas de calibración para sus instrumentos de medición sobre la base de la evaluación de la efectividad de sus intervalos iniciales de calibración. Se discute también la importancia que tiene para el usuario la disponibilidad de la información proveniente de los proveedores de los servicios de calibración, en su concepto amplio, sobre la conducta metrologica de los instrumentos de medición. Finalmente se presenta la experiencia práctica del laboratorio, acreditado ante la ema en las áreas de flujo y volumen, sobre la aplicación del requisito 5.10.4.3. de la NMX-EC-17025-IMNC-2006;

2. EL PROGRAMA DE CALIBRACIÓN

La mayoría de los clientes de IBSEI son organizaciones que deben producir resultados de medición confiables y trazables, ya sea por interés propio, por la obligación de cumplir la legislación nacional en materia de metrología, porque son organizaciones certificadas o en proceso de certificación u organizaciones acreditadas o en proceso de acreditación.

Un aspecto muy importante para que estas organizaciones produzcan resultados de medición confiables y trazables, que además esta regulado en la legislación nacional sobre metrología y otras

normas aplicables en México, es la creación de un programa de calibración para sus instrumentos, para lo cual se necesita determinar el tiempo adecuado que debe transcurrir entre dos calibraciones sucesivas, tanto cuando el instrumento es nuevo y se calibra por primera vez, como cuando ya está en uso y se somete a calibraciones periódicas.

Para todas las organizaciones que son clientes de IBSEI aplica La Ley Federal de Metrología y Normalización, que en su artículo 24 se establece la creación del Sistema Nacional de Calibración con el objetivo de lograr la uniformidad y confiabilidad de las mediciones en México, y se asigna a la Secretaría de Economía la coordinación de las acciones relacionadas con la exactitud de los instrumentos de medición para obtener uniformidad y confiabilidad en las mediciones.

Para las organizaciones certificadas o en proceso, de certificación aplica, entre otras, la NMX-CC-9001:2000 que en su requisito 7.6 establece que: para asegurar la validez de los resultados, los instrumentos de medición deben ser calibrados antes del uso y luego periódicamente, con patrones de medición que obligatoriamente deben ser trazables al CENAM, siempre que sea posible.

Para los laboratorios acreditados o en proceso de acreditación, aplica la NMX-EC-17025-IMNC-2006 que en su requisito 5.5.2 establece la obligación de crear programas de calibración de los instrumentos que tengan un efecto significativo en los resultados de medición. También aplica el requisito 5.6.1, que establece que todos los instrumentos de medición que tengan un efecto significativo en la validez de los resultados deben ser calibrados antes de su puesta en uso.

Una de las decisiones más importantes para la creación de los programas de calibración es la determinación de la frecuencia con que estas calibraciones deben realizarse.

2.1. Intervalos de Calibración Iniciales

La elección de los intervalos de calibración iniciales para los instrumentos que se instalan y se usan por primera vez, se basa fundamentalmente en las recomendaciones de los fabricantes, la experiencia del usuario y de las autoridades metroológicas del país, sobre las cualidades metroológicas teóricas o esperadas de los instrumentos.

Ante todo, el usuario debe tener conocimientos generales de metrología y específicos sobre los

instrumentos que ocupa para tomar decisiones acertadas.

El objetivo principal es definir el tiempo durante el cual es altamente probable que el instrumento mantenga sus cualidades metroológicas dentro de los límites que sean apropiados para el usuario o que estén establecidos en las normas, en particular, en lo que se refiere a los errores máximos permisibles y la incertidumbre asociada a los errores del instrumento.

Cuando esos instrumentos corresponden a un modelo que ha sido sometido a las pruebas para la evaluación de la conformidad y que cuenta con un certificado de aprobación de modelo, se debe esperar que su conducta metroológica corresponda con los resultados que fueron obtenidos durante la evaluación del modelo.

También se puede usar como base la información disponible sobre el comportamiento histórico de esos instrumentos u otros similares y la experiencia de los proveedores de los servicios de calibración.

Una vez establecidos los intervalos de calibración iniciales la tarea del usuario debe ser evaluar su efectividad con el objetivo de optimizar el equilibrio entre riesgos y costos.

2.2. Evaluación de la Efectividad de los Intervalos Iniciales

Los intervalos de calibración iniciales pueden elegirse tan largos que el instrumento puede llegar a exceder los errores máximos permisibles estando en uso. Esto representa para el usuario un riesgo para la confiabilidad de sus resultados de medición. Por otro lado, los intervalos de calibración iniciales pueden elegirse tan cortos que es probable que durante ese tiempo el instrumento haya mantenido sus cualidades metroológicas dentro de los límites permisibles y que pueda mantener esa condición durante un tiempo mayor; en ese caso se pudo haber extendido el intervalo y reducir los costos debidos a una frecuencia de calibración innecesaria.

La evaluación sobre la efectividad de los intervalos de calibración debe realizarse para cada uno de los instrumentos considerados en el Programa para tomar decisiones correctas sobre su prolongación o disminución.

Hay muchos factores que deben tenerse en cuenta para esta toma de decisiones, los cuales se mencionan en la ILAC-G24:2007 / OIML D 10:2007

(E). Entre esos factores hay tres que son de especial interés para el tema que abordamos:

- la tendencia de los instrumentos al desgaste o a las derivas;
- las tendencias de los datos obtenidos de los registros de las calibraciones anteriores; y
- los registros históricos sobre los servicios del mantenimiento y reparación;

Estos factores pueden tenerse en cuenta solo si se cuenta con toda la información necesaria sobre la conducta metrológica del instrumento durante toda su vida útil. Una gran parte de esa información debe ser suministrada por los proveedores de los servicios a los cuales se somete el instrumento.

También hay métodos para realizar la evaluación, los cuales se describen convenientemente en la ILAC-G24:2007 / OIML D 10:2007 (E).

Desde la perspectiva de un laboratorio de calibración acreditado, que es proveedor de una buena parte de los servicios a los que se somete un instrumento de medición, particularmente en las áreas de flujo y volumen, lo esencial es que los clientes pueden redefinir sistemáticamente sus programas iniciales de calibración, para garantizar que sus resultados de medición sean confiables y a la vez para evitar costos de calibración innecesarios. Para lograrlo es indispensable que evalúen la efectividad de sus intervalos iniciales de calibración, lo cual es solo posible si disponen de la información exacta y suficiente sobre el proceso de calibración.

Esta información, debe ser suministrada por su proveedor y debe ser conservada como datos históricos que sirvan para las decisiones futuras sobre sus programas de calibración.

3. El Proceso de Calibración en IBSEI

El proceso de calibración de medidas volumétricas y medidores de flujo desarrollado por IBSEI, incluye servicios de mantenimiento, reparación y ajuste.

No todos los servicios de mantenimiento y reparación pueden ser realizados por IBSEI. En ese caso los servicios son subcontratados a otros proveedores confiables, siempre bajo la supervisión de IBSEI. Por ejemplo, cuando se daña la cámara de medición de un medidor de desplazamiento positivo, la bobina de un sensor tipo Coriolis o algún dispositivo intercambiable de un computador de flujo, normalmente se procuran los servicios de un proveedor reconocido por el laboratorio.

El proceso de calibración en su concepto amplio se realiza solo cuando se requiere y se acepta por el cliente. Toda actuación del laboratorio autorizada por el cliente garantiza que no exista un conflicto de intereses para el laboratorio.

De conformidad con el requisito 5.10.4.3 de la NMX-EC-17025-IMNC-2006; "Requisitos para la competencia técnica de los laboratorios de calibración", los Registros e Informes de Calibración de IBSEI conservan y declaran, respectivamente, los resultados de la calibración antes y después de cualquier ajuste o reparación.

Además de cumplir el requisito de la NMX-EC-17025-IMNC-2006; el laboratorio asesora a sus clientes sobre el significado y la importancia que esta información tiene para ellos, empleando ejemplos que sean ilustrativos y cotidianos, como el ejemplo que se presenta a continuación.

Sean por ejemplo pesas calibradas de conformidad con las clases de exactitud de la OIML R111 o en México su homóloga que es la NOM-SCFI-038-2000.

Si durante el proceso de calibración las pesas se someten a algún tipo de limpieza o de ajuste, el usuario debe conocer los valores del error de la pesa antes y después de la limpieza y/o el ajuste.

De lo contrario, como se describe en la Fig. 1 que se muestra a continuación, no es posible que el usuario disponga de la información necesaria que le permita evaluar la efectividad de los intervalos de calibración que tiene establecidos.

La Fig. 1 muestra un ejemplo sobre los resultados de calibración de una misma pesa en el 2007 y luego en la misma fecha del 2008, antes y después del ajuste, que solo tiene propósitos ilustrativos y nada tiene que ver con datos reales.

La línea recta trazada en color negro entre los puntos que representan los resultados de las calibraciones en 2007 y 2008 respectivamente nos indica una falsa tendencia sobre la conducta metrológica de la pesa, pues no toma en cuenta el valor correcto del error y su incertidumbre en ese instante, que es el valor obtenido antes del ajuste o la limpieza. La tendencia correcta es la que representa la línea recta trazada en color rojo.

Si se asume que la tendencia de la conducta metrológica de la pesa es lineal con respecto al tiempo, lo cual no necesariamente es cierto pero es

bastante razonable considerando que se siguen las buenas practicas de laboratorio, en la Fig. 1 se observa que el intervalo de calibración considerado es excesivo y debe pensarse de inmediato en reducirlo a la mitad y al mismo tiempo investigar que ha sucedido, teniendo en cuenta que para las pesas un intervalo de calibración de 1 año es recomendable internacionalmente.

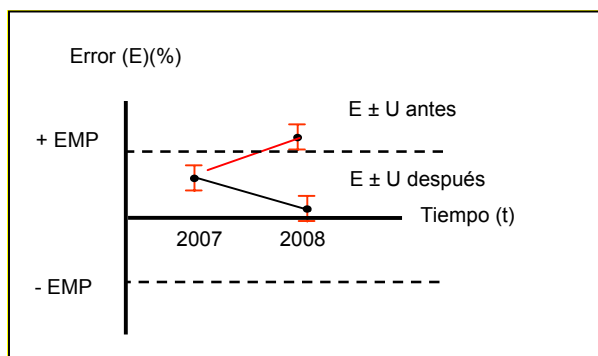


Fig. 1. Gráfico de los resultados de calibración de una pesa con respecto al tiempo.

En la Fig. 2 se muestra otro gráfico de control sobre la tendencia de la conducta metrológica de cualquier instrumento ajustable en un solo valor, como las pesas, a lo largo de 4 intervalos de calibración. Los resultados representados por el gráfico tipo diente de sierra contenido por la línea que representa los errores máximos tolerados evidencian la satisfacción de un cliente con los intervalos de calibración que ha considerado a través del tiempo.

Como se aprecia en la Fig. 2 los intervalos establecidos por el cliente muestran un balance casi perfecto entre los riesgos y los costos de calibración.

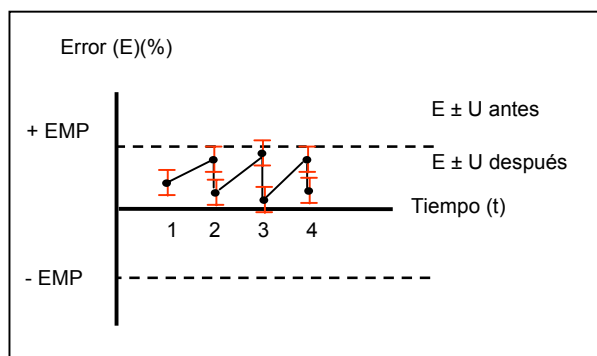


Fig. 2. Gráfico de control tipo diente de sierra

En la Fig. 2 podemos apreciar que:

- la suma del error y el intervalo positivo de la incertidumbre obtenidos en la calibración, realizada en el tiempo 1, está dentro de los límites permitidos;
- la suma del error y el intervalo positivo de la incertidumbre obtenidos en la calibración realizada en el tiempo 2 está justamente en el límite permitido, sin excederlo, por lo que se realizó el ajuste para disminuir el error;
- el intervalo de calibración elegido entre los tiempos 1 y 2 es justamente el tiempo necesario para lograr que el error se mantuviera dentro de los límites permitidos, y justamente el tiempo en el que ya era estrictamente necesario volver a calibrar y ajustar el instrumento. A esto le llamamos balance casi perfecto entre costos y riesgos de calibración;
- a partir del resultado obtenido en el tiempo transcurrido entre 1 y 2, se decide mantener el intervalo de calibración, sin embargo la suma del error y el intervalo positivo de la incertidumbre obtenidos en el tiempo 3 demuestra una pequeña probabilidad de que se excedan los límites permitidos. Por esa razón se ajustó nuevamente el instrumento, aunque se aprecia que a un valor del error más cercano a cero que en el tiempo 2;
- la decisión de mantener el intervalo de calibración trajo como resultado que se excedieran los riesgos;
- haber ajustado mejor el instrumento en el tiempo 3 justifica la decisión de mantener el intervalo de calibración y nuevamente en el tiempo 4 el resultado obtenido muestra el balance casi perfecto entre riesgos y costos de calibración.

Es probable que algunos usuarios de pesas calibradas en México no posean toda la información que necesitan, o bien porque sus proveedores no cumplen el requisito 5.10.4.3 de la NMX-EC-17025-IMNC-2006; o por desconocimiento y falta de exigencia a los proveedores.

Por otra parte, algunos laboratorios de calibración de pesas ofrecen el servicio completo como una opción más costosa, de modo que el usuario probablemente haga un balance de los riesgos y los costos y prefiera optar, de manera incorrecta, por los riesgos.

3.1 Medidas Volumétricas de 20 L

Las medidas volumétricas nuevas y en uso se calibran en IBSEI aplicando el método gravimétrico, utilizando agua destilada como líquido de prueba.

Las medidas volumétricas nuevas, aun cuando deban someterse a ajustes iniciales no son objeto de aplicación del requisito 5.10.4.3 de la NMX-EC-17025-IMNC-2006, ya que el volumen ajustado en la primera calibración se considera como el valor de volumen inicial del instrumento nuevo. Esto significa que como resultado de la calibración no se declara un valor antes del ajuste aun cuando la medida haya sido ajustada durante la calibración inicial.

Para poder hacer práctico de la aplicación del requisito 5.10.4.3 de la NMX-EC-17025-IMNC-2006 a las medidas en uso el cliente debe ser consciente de lo siguiente.

Las medidas volumétricas calibradas llegan a sus manos sin que su superficie interior haya tenido contacto con algún combustible. La medida llega a sus manos acompañada de un informe de calibración que declara un valor para el volumen en el trazo cero de la escala que es correcto a 20 °C y que fue determinado con la medida humedecida con agua destilada, observando un determinado tiempo de escurrido.

Como las medidas volumétricas en su gran mayoría se utilizan para comprobar el funcionamiento de los sistemas de despacho de combustible sin someterse a ningún proceso de limpieza previo, en el momento de la recalibración llegan al laboratorio con su superficie interior contaminada con diesel o gasolina.

Para poder ingresar las medidas al laboratorio deben ser sometidas previamente a un proceso riguroso de lavado de manera que en el momento de la calibración el agua destilada no sea contaminada. Esto garantiza que la medida volumétrica sea sometida nuevamente, al cabo de un tiempo, a una calibración realizada en condiciones similares a las de la calibración inicial. En ello la calidad del proceso de limpieza juega un papel fundamental.

Como no es posible, desde el punto de vista práctico, determinar el volumen de la medida, antes de realizar la limpieza, sino después de ésta, cualquier influencia del combustible acumulado en las paredes internas sobre la estabilidad del volumen de la medida, si fuese significativa, no podrá ser estimada cuantitativamente.

Las medidas volumétricas de 20 L, Fig. 3, normalmente tienen una escala soldada al cuello, que cuenta con 30 divisiones hacia arriba y 30 hacia abajo del trazo cero central.

Cada división de la escala (d) corresponde a un volumen de 10 mL, de modo que el intervalo de la escala es de ± 300 mL.



Fig. 3. Medida volumétrica de 20 L

La incertidumbre (expandida con $k = 2$) obtenida normalmente para estas medidas en IBSEI es del orden de $\pm 0,03$ %, es decir ± 6 mL.

Cuando el error en la determinación del volumen en el trazo cero de la escala a 20 °C sea mayor que 4 mL, la escala debe ajustarse, de tal forma que se garantice en el 100 % de los casos que el error de la medida no exceda de $(\pm 4 \pm 6)$ mL. $= \pm 10$ mL $= \pm d$.

El fundamento técnico y normativo para tal decisión se basa en el requisito 2.2.2.2. de la Recomendación Internacional de la Organización Internacional de Metrología Legal No. 120 (OIML R120), edición en inglés de 1996, que establece que:

“Para las medidas patrones y tanques de prueba, los errores máximos tolerados deben ser $\pm 1/2$ 000 de su capacidad nominal”.

En el periodo comprendido entre 2003 y 2007 en IBSEI se calibraron 2 000 medidas volumétricas por año aproximadamente, de las cuales el 70 % son medidas en uso. De las medidas en uso, el 62 % han sido calibradas periódicamente en IBSEI con un intervalo de calibración promedio de 1 año.

La aplicación del requisito 5.10.4.3 de la NMX-EC-17025-IMNC-2006, para las medidas volumétricas, bajo las condiciones descritas en esta sección, nos permite afirmar que para el 85 % de las medidas recalibradas en IBSEI los errores determinados al cabo de un año, después de la limpieza y antes de realizar cualquier ajuste son menores que 10 mL.

Sin embargo, solo el 22 % conserva el error por debajo de 10 mL en dos años.

Lo anterior significa que el intervalo de calibración de 1 año considerado para las medidas volumétricas es adecuado, aunque algunos clientes pueden reconsiderarlo.

3.2 Medidores de Flujo

También en IBSEI se calibran medidores de flujo nuevos y en uso.

Al igual que para las medidas volumétricas, aun cuando los medidores nuevos se sometan a ajustes iniciales no son objeto de aplicación del requisito 5.10.4.3 de la NMX-EC-17025-IMNC-2006. Los errores de indicación y el factor de corrección, así como el factor del medidor, derivados de los ajustes realizados en la primera calibración se consideran como valores iniciales del instrumento nuevo.

Para los medidores calibrados inicialmente con agua, Fig. 4, y que trabajan con líquidos diferentes del agua aplican las mismas consideraciones descritas en 3.1 para las medidas volumétricas en uso, siempre que las recalibraciones se realicen con agua.



Fig. 4. Medidor de flujo

Es importante mencionar la conveniencia de calibrar preferiblemente los medidores de flujo en las condiciones de operación y con el líquido de trabajo. Cuando esto no sea posible se deben considerar todas las correcciones aplicables, tanto como sea posible, para determinar el error con la mejor exactitud posible.

La mejor incertidumbre (expandida con $k = 2$) obtenida en la calibración de medidores de flujo en IBSEI es 0,05 % del volumen o la masa de fluido totalizados para cada flujo.

A diferencia de las medidas volumétricas, los criterios para el ajuste no aplican del mismo modo para todos los medidores. Los criterios dependen de las tolerancias para el error especificadas por el cliente o establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas o en las normas o las Recomendaciones internacionales aplicables.

Por ejemplo, para medidores de alto flujo de las estaciones marinas o de los sistemas de despacho de combustibles a los aviones, aplican en México los límites de error establecidos en la NOM-005-SCFI-2005, ligeramente diferentes de los establecidos en la OIML R117-1:2007.

Cuando la suma del error obtenido en la calibración y su incertidumbre es mayor que el error máximo tolerado especificado por el cliente el medidor debe ser ajustado, siempre que sea posible.

Entre 2003 y 2007 en IBSEI se calibraron 600 medidores al año. El 70 % fue sometido a algún tipo de ajuste o reparación. Los valores son aproximados. No todos los clientes de IBSEI tienen establecido el mismo intervalo de calibración para sus medidores. Algunos consideran intervalos de calibración de 1 año, otros 6 meses y otros incluso 3 meses. Lo relevante es que se puede afirmar que durante 5 años los intervalos de calibración considerados por los clientes que se mantienen con IBSEI permanecen constantes.

A diferencia de las medidas volumétricas para los medidores, no es posible hacer un análisis que nos permita llegar a conclusiones generales sobre la efectividad de los intervalos de calibración considerados por los clientes. El análisis debe hacerse para cada cliente en particular, partiendo de los resultados declarados en el Informe de Calibración.

En el Anexo 1 se muestra un ejemplo de la hoja de datos y la hoja de resultados de un Informe de Calibración de IBSEI que poseen toda la información necesaria para llevar a cabo este análisis.

4. CONCLUSIONES

Para que una organización produzca resultados de medición confiables y trazables debe crear y administrar adecuadamente un programa de calibración de sus instrumentos. La determinación de los intervalos de calibración iniciales es una de las decisiones más importantes; estas se basan fundamentalmente en las recomendaciones de los

fabricantes y las experiencias del usuario y las entidades y autoridades metrológicas del país.

La efectividad de los intervalos de calibración iniciales debe ser evaluada por el usuario con el objetivo de optimizar el equilibrio entre los riesgos y los costos de calibración. Los métodos para hacerlo pueden ser consultados en el documento ILAC-G24:2007 / OIML D 10:2007 (E).

La información sobre el proceso de calibración, debe ser suministrada por el proveedor y conservada por el usuario como datos históricos para la toma de las decisiones sobre sus programas de calibración.

Cuando el proveedor es un laboratorio acreditado la obtención y entrega de la información al cliente es un requisito de la NMX-EC-17025-IMNC-2006.

Para todos los servicios de calibración de flujo y volumen que se ofrecen en IBSEI la información esta disponible, en los registros o los informes de Calibración. Además de cumplir el requisito 5.10.4.3 de la NMX-EC-17025-IMNC-2006, esa información le ha permitido al laboratorio identificar los clientes de servicios de calibración de medidas volumétricas que deben considerar una reducción de sus intervalos de calibración. Un análisis similar puede

realizarse para todos los clientes de los servicios de calibración de medidores de flujo.

REFERENCIAS

- [1]ILAC-G24:2007 / OIML D 10:2007 (E), "Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments"
- [2]NMX-EC-17025-IMNC-2006. "Requisitos para la competencia técnica de los laboratorios de calibración."
- [3]OIML R111, 2004, (E) "Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 and M3. Part 1: Metrological and technical requirements".
- [4]NOM-SCFI-038-2000 "Pesas de clases de exactitud E₁, E₂, F₁, F₂, M₁, M₂ y M₃"
- [5]OIML R120, 1996, (E) Standard capacity measures for testing measuring systems for liquids other than water.
- [6]NOM-SCFI-005-2005 "Instrumentos de medición-Sistema para medición y despacho de gasolina y otros combustibles líquidos – Especificaciones, métodos de prueba y de verificación.
- [7]OIML R117-1: 2007 "Dynamic measuring systems for liquids other than water. Part 1. Metrological and technical requirements".

ANEXO 1

Hojas de datos y resultados de un ejemplo de Informe de Calibración de IBSEI para medidores de flujo

INTERNACIONAL DE BIENES SERVICIOS E INGENIERIA S.A. DE C.V.
 RAYAS 66-B COL. VALLE GÓMEZ DEL V. CARRANZA C.P. 15210 MEXICO, D.F.
 TELS. Y FAX 55-37-45-66, 55-37-46-06, 57-59-08-58 Correo Electrónico: info@ibsei.com

INFORME No. IBSEI-CAL-F. XX-XXXX-XX
 FECHA: 2006-08-25
 HOJA: 2 DE 3

PROCEDIMIENTOS:
 * IBSEI-XXXXXX PARTES 1 Y 2 "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE FLUJIMETROS"

RESULTADOS DE LA CALIBRACION

RESULTADOS DE LA CALIBRACION ANTES DEL AJUSTE

| No. | FLUJO LÍNEA | VOLUMEN PATRON L | VOLUMEN INDICADO L | TEMP. DEL PRODUCTO °C | ERROR DE INDICACIÓN % | ERROR RELATIVO % | FACTOR DE CORRECCION (F) | INCERTIDUMBRE (U) | REPETIBILIDAD # |
|------------|-------------|------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|--------------------------|-------------------|-----------------|
| 1 | 150 | 201.40 | 202.62 | 19.7 | 1.23 | 0.583 97 | 0.06 | 0.000 1 | |
| 2 | 48 | 200.85 | 203.80 | 20.1 | 3.11 | 0.584 55 | 0.07 | 0.003 9 | |
| 3 | | | | | | | | | |
| PROMEDIOS: | | 19.8 | 2.2 | 1.09 | 0.889 26 | 0.17 | | | |

RESULTADOS DE LA CALIBRACION DESPUES DEL AJUSTE

| No. | FLUJO LÍNEA | VOLUMEN PATRON L | VOLUMEN INDICADO L | TEMP. DEL PRODUCTO °C | ERROR DE INDICACIÓN % | ERROR RELATIVO % | FACTOR DE CORRECCION (F) | INCERTIDUMBRE (U) | REPETIBILIDAD # |
|------------|-------------|------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|--------------------------|-------------------|-----------------|
| 1 | 150 | 200.23 | 200.00 | 20.2 | -0.2 | -1.001 14 | 0.05 | 0.000 4 | |
| 2 | 48 | 200.24 | 200.39 | 20.4 | -0.11 | -0.07 1,000 96 | 0.07 | 0.000 7 | |
| 3 | 50 | 200.38 | 200.52 | 20.5 | -0.15 | -0.04 1,000 36 | 0.05 | 0.000 3 | |
| PROMEDIOS: | | 30.37 | -0.014 | -0.072 | 1,000 72 | 0.06 | | | |

NOTAS:
 1. LA CALIBRACION SE REALIZA SOLAMENTE PARA LA CARACTERISTICA DE TOTALIZACION DEL MEDIDOR.
 2. LOS VALORES ESTABLECIDOS COMO RESULTADOS, SON LOS PROMEDIOS OBTENIDOS EN CADA PRUEBA. EL VALOR DE FLUJO SE ESTABLECE PARA UNA VARIACION MAXIMA DE 1.7 %.
 3. LA EXACTITUD CERTIFICADA PARA EL VOLUMEN MEDIDO CON EL FLUJIMETRO, SE TOMA COMO EL RESULTADO DE LOS PROMEDIOS PARA LOS VALORES DE FLUJO PRUADOS. EL VOLUMEN DETERMINADO CORRESPONDERA EN UNA MEJOR MEDIDA AL VALOR DE LOS PUNTOS SEÑALADOS SE PUEDE TRAZAR UN GRABADO DE FACTOR F, CONTRA VALOR DE FLUJO Y OBTENER POR INTERPOLACION LINEAL UN VALOR CORRESPONDIENTE AL DE FLUJO DE TRABAJO EN CUERPO, CUANDO ESTA ENTRE ENTRE LOS VALORES BRINDADOS.
 5. LOS VALORES SON CERTIFICADOS PARA LA TEMPERATURA DE PRUEBA: 20.2 °C

INCERTIDUMBRE MAXIMA EN LA CALIBRACION: ± 0.07 %

SE OBTUVO MULTIPLICANDO LA INCERTIDUMBRE COMBINADA POR UN FACTOR DE COBERTURA K = 2, REPRESENTANDO UN INTERVALO DE CONFIANZA IGUAL A 95.45 %, DE ACUERDO A LA "GUÍA DE LA EXPRESIÓN DE INCERTIDUMBRE EN LAS MEDICIONES", PUBLICADA POR ISO CON PARTICIPACION DEL BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC Y OIML (PRIMERA EDICION 1993), Y LA RECOMENDACION R 111 ANEXO B, EDITADA EN 1994 POR LA ORGANIZACION INTERNACIONAL DE METROLOGIA LEGAL (OIML).

INTERNACIONAL DE BIENES SERVICIOS E INGENIERIA S.A. DE C.V.
 RAYAS 66-B COL. VALLE GÓMEZ DEL V. CARRANZA C.P. 15210 MEXICO, D.F.
 TELS. Y FAX 55-37-45-66, 55-37-46-06, 57-59-08-58 Correo Electrónico: info@ibsei.com

INFORME DE CALIBRACION
 SISTEMA NACIONAL DE CALIBRACION
 ACREDITAMIENTO No. FL-04

INFORME No. IBSEI-CAL-F. XX-XXXX-XX
 FECHA DE EMISION: 2006-08-25
 HOJA: 1 DE 3
 No. DE CALCOMANIA: 18643

SOLICITANTE: CONSULTORES PARA GLP S.A.B.
DOMICILIO: CALLE 180 No. 656 COL. LA LISA, 4 CIENAGAS, COAHUILA
RFIC: CPD 60414 AAA
REPRESENTANTE LEGAL: ING. JORGE MENDOZA ILLESCHAS
ATN: ING. EDGAR BLANCAS TELLEZ

DATOS DEL MEDIDOR CALIBRADO

| MARKA: | CORSA | TIPO DE INDICADOR: | DIGITAL |
|-----------------------------|------------|-----------------------------|------------|
| MODELO: | 2041000 | MARKA: | TC-PROTEC |
| No. DE SERIE: | 9999 59 | MODELO: | FD-P |
| Tipo de Funcionamiento: | TELEMETRIA | No. DE SERIE: | 33270821 |
| FLUJO: | 10 | Capacidad Totalizacion: | 99999 99 |
| DIAMETRO DE LA CONEXION: | 2 (42.54) | No. DE INFORME ANTERIOR: | XX-XXXX-XX |
| FACTOR DE MEDIDOR ACTUAL: | 1.000 96 | FECHA DEL INFORME ANTERIOR: | 2007-08-29 |
| FACTOR DE MEDIDOR ANTERIOR: | 1.000 96 | CONDICION QUE CALIBRO: | IBSEI |
| Presion de Trabajo: | 1000 MP | | |
| LUGAR DE TRABAJO: | GLP | | |

CONDICIONES DE REFERENCIA

| LIQUIDO UTILIZADO EN LA CALIBRACION: | AQUA |
|--------------------------------------|----------|
| FLUJO DE PRUEBA: | 48 |
| TEMP. DEL LIQUIDO: | 20.2 °C |
| TEMP. DEL AIRE: | 20.2 °C |
| Presion ATM: | 78.5 kPa |
| Humedad Relativa: | 43 % |

LUGAR DE CALIBRACION
 LUGAR DE CALIBRACION: IBSEI

FECHA DE CALIBRACION
 FECHA DE CALIBRACION: 2006-08-25