

# Accreditación de la competencia de un laboratorio de metrología dimensional: normas y requisitos.

Javier Molina<sup>1</sup>

## Resumen

Se describen los requisitos normativos que un laboratorio de metrología dimensional debe cumplir para poder ser acreditado en el alcance instalado en el mismo en base a la norma ISO/IEC 17025:1999 “Requerimientos Generales para la competencia de laboratorios de prueba y calibración” ante una entidad de acreditación reconocida. Entre las ventajas que puede obtener un laboratorio de metrología se encuentran las siguientes: demostrar la competencia técnica del laboratorio metrología, demostrar capacidad para la obtención de resultados válidos utilizables en investigaciones, análisis, validación de mejoras, realización de pruebas y/o calibraciones, entre otros resultados posibles.

## 1. Introducción.

El presente artículo describe los requisitos que debe cumplir un laboratorio de metrología dimensional –en lo sucesivo se denominará laboratorio- que tenga interés en ser proveedor acreditado de servicios de calibración o medición a la industria. Actualmente, los laboratorios interesados demuestran su competencia al acreditar los servicios de medición y calibración que prestan, ante organismos de acreditación reconocidos a nivel nacional o internacional por autoridades competentes. La acreditación es otorgada a los laboratorios cuando demuestran que cumplen con los requisitos marcados en la norma bajo la cual se están acreditando.

### 1.1. Importancia de la acreditación de los laboratorios.

En toda interacción comercial, industrial, científica y legal se llevan a cabo mediciones de cantidades, pesos, características físicas, químicas o de desempeño, con el fin de establecer la aceptación o rechazo de lo que está pasando de un proveedor a un cliente o de una entidad a otra. Por tal motivo, las mediciones realizadas deben ser consideradas válidas técnicamente por ambas partes.

Cuando la interacción se lleva a cabo por entidades de un mismo país, las entidades se sujetan a las leyes de metrología que regulan dichas interacciones, pero cuando se dan entre entidades de diferentes países, se debe estar seguro que lo que mide una entidad es exactamente lo mismo que lo medido por la otra entidad. Por esta razón, la

acreditación de la competencia técnica de las mediciones hechas por una entidad debe ser reconocida para la segunda entidad.

Cabe mencionar que la acreditación puede ser otorgada por organismos de acreditación de un país diferente al de los laboratorios, por ejemplo, en Cd. Juárez existen laboratorios mexicanos acreditados por organismos de origen estadounidense, lo cual se debe principalmente a que la industria maquiladora desconoce la existencia de los sistemas de acreditación mexicanos y por el contrario, conoce muy bien los organismos estadounidenses, por lo que los laboratorios locales están más relacionados a los organismos americanos.

### 1.2. Antecedentes

Tomando como ejemplo la industria automotriz, la globalización ha originado que bastantes fábricas de los países industrializados se encuentren distribuidas en países de los distintos continentes y además que empresas de origen estadounidense provean de partes a empresas asiáticas, europeas y viceversa. Lo anterior originó que una sola empresa tuviera que estar certificada en varias normas nacionales dependiendo de la nacionalidad de los clientes. Para corregir este problema Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, Italia y Francia crearon la norma ISO/TS 16949: 2002 que establece los criterios para certificación del sistema de calidad de las empresas de manufactura de partes automotrices, con la finalidad de simplificar los requisitos a cumplir para los proveedores de la industria automotriz.

Este mismo fenómeno ocurrió en las acreditaciones de los laboratorios. Aunque se contaba con una guía internacional ISO/IEC guía 25: 1990, ésta no era totalmente aceptada por los países integrantes de la organización ISO,

<sup>1</sup> Depto. de Ingeniería Industrial y Manufactura. Instituto de Ingeniería y Tecnología. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. jmolina@uacj.mx

lo que originaba diferencias en los criterios de acreditación y se creaban problemas en la interacción comercial entre empresas localizadas en diferentes naciones. Por tal motivo se generó la norma ISO/IEC 17025: 1999 “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de prueba y calibración” –en lo sucesivo se denominará norma- para remplazar la guía 25 y a las guías nacionales que daban los criterios para acreditar la competencia técnica de los laboratorios.

Básicamente, la norma ISO/IEC 17025 fue creada partiendo de la fusión de la norma ISO 9000: 1994 que marca las directrices del sistema de calidad administrativo y de la norma ISO/IEC guía 25 que establece los lineamientos a cubrir para acreditar la competencia técnica de los laboratorios para emitir resultados técnicamente válidos.

### 2.1.1. Ejemplo básico de calibración

En la figura 1 se muestra un ejemplo de donde se está calibrando el bloque M con el bloque patrón P por medio de un patrón de transferencia T. El patrón T tiene un indicador con resolución de 0.01  $\mu\text{m}$  (micrómetros).

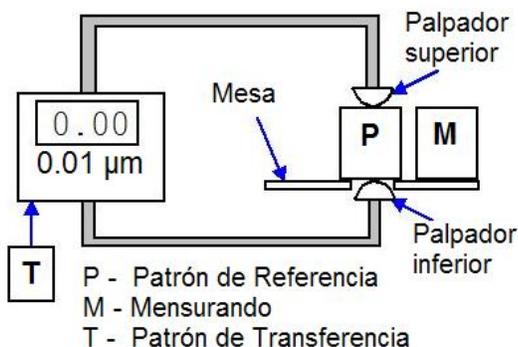


Figura 1. Ejemplo de calibración por comparación

La secuencia de calibración de la figura 1 es como sigue:

1. Se pone en ceros el patrón T cuando se mide el bloque patrón P con los palpadores de T.
2. Se desplaza la mesa para que los palpadores puedan medir el bloque M.
3. Con el patrón T se mide el bloque M y se toma la lectura del patrón T. la lectura obtenida es el error del bloque M con respecto a patrón P.
4. Se está calibrando el bloque M al “comparar” el valor del bloque patrón P por medio del patrón de transferencia.

## 2. Conceptos de metrología.

Para poder entender la importancia de contar con un laboratorio que sea competente dentro de la metrología, o ciencia de las mediciones, se exponen a continuación los conceptos de calibración, trazabilidad, incertidumbre.

### 2.1 Calibración

Definida como el conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores del instrumento bajo prueba y la magnitud de los patrones.

5. La diferencia entre el patrón P y el mensurando M se considera como el error del mensurando.
6. Se deben conocer las fuentes de error presentes durante el proceso de calibración y el grado de influencia de fuente para estimar la incertidumbre de la calibración.

### 2.2. Trazabilidad

Definida como una cadena ininterrumpida de comparaciones de tal manera que relacione los productos medidos a los patrones internacionales primarios del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Un laboratorio debe mantener la trazabilidad en todas las calibraciones y mediciones que realice. Para explicar el concepto de trazabilidad se presenta la siguiente figura de

una cadena de trazabilidad básica donde se muestra como se establece la trazabilidad a un patrón nacional.

### 2.2.1. Cadena de trazabilidad de una dimensión de un objeto bajo medición.

El siguiente es un ejemplo sencillo de una cadena de trazabilidad (fig. 2).

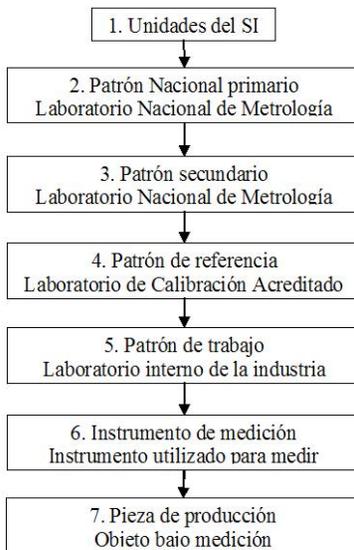


Figura 2. Cadena de trazabilidad

La cadena de trazabilidad es como sigue:

1. Unidad SI: metro.
2. Reproducción del fenómeno físico del metro según su definición en SI por medio de láser.
3. Láser interferométrico calibrado con el patrón nacional por barrido de frecuencias.
4. Bloques patrón de mayor grado exactitud, calibrados a su vez por el láser interferométrico.
5. Bloques patrón de grado de exactitud menor calibrados por comparación con bloques patrón de mayor exactitud.

6. Instrumento de medición calibrado con varios bloques patrón de menor exactitud por medición directa. (por ejemplo: micrómetro o vernier)
7. Pieza de producción medida por el instrumento de medición.

Con el anterior ejemplo se muestra como se establece la validez de una medición hecha en una pieza a través de la cadena no interrumpida de mediciones desde la definición del metro en el SI. Es importante mencionar que se debe conocer la incertidumbre de medición en cada eslabón de la cadena de trazabilidad.

### 2.3. Estimación de la incertidumbre

La incertidumbre de medición caracteriza la dispersión de los valores atribuidos al mensurando o patrón bajo medición y se origina en las fuentes de incertidumbre presentes durante el proceso de medición. Las siguientes figuras (3, 4, 5, 6 y 7) muestran los modelos matemáticos básicos de la propagación de las incertidumbres:

$$l = l_p + d + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \dots + \varepsilon_n \quad (1)$$

donde  $l$  Mensurando  
 $l_p$  Patrón  
 $d$  Desviación o error  
 $\varepsilon_i$  Fuentes de error

Figura 3. Modelo matemático de las fuentes de error

Cada fuente de error origina una incertidumbre individual, las que son combinadas posteriormente

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots + u_n^2 \quad (2)$$

donde  $u_c$  Incertidumbre combinada  
 $u_i$  Incertidumbres individuales correspondientes a las fuentes de error  $\varepsilon_i$

Figura 4. Ecuación de la incertidumbre combinada

La incertidumbre combinada se expande por el factor de cobertura (nivel de confianza) para establecer los valores entre los cuales se haya el valor verdadero (valor que teóricamente se obtiene por medio de una medición perfecta)

$$U_{\text{expandida}} = \pm k \cdot u_c \quad (3)$$

donde  $U_{\text{expandida}}$  Incertidumbre expandida  
 $u_c$  Incertidumbre combinada  
 $k$  factor de cobertura;  $k = 2$  típicamente para un nivel de confianza de 95% en metrología dimensional

Figura 5. Ecuación de la incertidumbre expandida

La incertidumbre expandida se debe calcular en los procesos de medición y calibración, ya que el resultado de medición se considera completo solo cuando es acompañado por la estimación de la incertidumbre.

$$\text{Resultado} = \text{Medición} \pm U_{\text{expandida}} \quad (4)$$

Figura 6. Ecuación del resultado de una medición

Representación gráfica del resultado de medición de la ecuación (4)



Figura 7. Representación gráfica del resultado de una medición

## 2.4. Certificados de calibración

El certificado de calibración o el reporte de medición son la evidencia del resultado de la calibración o de la medición y deben contener la suficiente información para poder reproducir el proceso de calibración o medición llevado a cabo.

Algunos de los puntos que y los reportes de medición deben contener son: el resultado completo de la medición incluyendo la incertidumbre expandida, así como las condiciones imperantes durante la calibración o medición, la evidencia de trazabilidad, la descripción e identificación del patrón utilizado fecha de vencimiento de la calibración, etc.

### 2.4.1. Contenido mínimo de los certificados de calibración

En otras palabras el contenido visto desde un enfoque práctico es el siguiente: Contenido mínimo de un

certificado de calibración (extracto de la cláusula 5.10 de NMX-EC-17025-IMNC-2000).

1. Título.
2. Nombre y domicilio del laboratorio y localidad donde se efectuó la calibración.
3. Identificación del documento.
4. Nombre y domicilio del cliente.
5. Identificación del método usado.
6. Identificación del instrumento calibrado.
7. Fecha de realización de la calibración.
8. Resultados de la calibración.
9. Nombres, funciones y firmas de quienes autorizan el informe de calibración.
10. Condiciones ambientales bajo las que se hizo la calibración.
11. Incertidumbre de la calibración y/o una declaración de la conformidad con una especificación.
12. Evidencia de la trazabilidad de la calibración.

## 3. Relación de las normas ISO 9000 e ISO/TS 16949 con los laboratorios de metrología.

En la actualidad Las normas de calidad internacionales que rigen a las industrias, tales como las normas ISO 9000 y la norma ISO/TS 16949 requieren que los laboratorios de calibración y de pruebas demuestren competencia en las pruebas o calibraciones que realizan. La acreditación bajo la norma ISO/IEC 17025 permite demostrar que un laboratorio cuenta con un sistema de calidad, que es competente técnicamente y que cuenta con la capacidad de generar resultados técnicamente válidos.

Las empresas e industrias certificadas en ISO 9000 que requieren servicios de laboratorios externos, preferiblemente procuran laboratorios externos acreditados en la norma ISO/IEC 17025, ya que se simplifica el seguimiento que se debe

dar a dichos proveedores, según se indica en la norma ISO 9000 (elemento 7.6: Control de los dispositivos de medición y monitoreo).

ISO 9000: Elemento 7, Realización del producto, inciso 7.6: Control de los dispositivos de medición y monitoreo. Sección correspondiente a ISO 9001: 2000.

1. Identificar las mediciones y dispositivos para evaluar el producto.
2. Asegurar que las mediciones y monitoreo pueden ser realizadas.
3. Asegurar que las mediciones son consistentes con los requerimientos de medición.
4. Ser calibrado o verificado a intervalos especificados.
5. Calibrados contra estándares con trazabilidad reconocidos.
6. Ser ajustado o reajustado como sea necesario.
7. Ser identificado para demostrar el estado de calibración
8. Salvaguardarlos de ajustes inapropiados.
9. Protegerlos de daño durante el manejo y almacenamiento.
10. Evaluar la validez de los resultados previos y registrarlos.
11. Tomar acciones apropiadas en el equipo y producto afectado.
12. Mantener registros de los resultados de la calibración y la verificación.
13. Si se utiliza software, la habilidad para satisfacer la aplicación requerida debe ser confirmada y reconfirmada si es necesario.

En tanto las empresas certificadas en ISO/TS 16949 deben utilizar servicios de laboratorios certificados (elemento 7.6 Control de los dispositivos de medición y monitoreo y secciones adicionales al elemento) que cuenten con una carta de trazabilidad que demuestre la competencia en las pruebas y calibraciones en cuestión [4].

ISO/TS 16949: Elemento 7 Realización del producto, inciso 7.6: Control de los dispositivos de medición y monitoreo. Complemento ISO/TS 16949

1. Inciso 7.6.1. Análisis del sistema de medición. Se deben realizar estudios estadísticos para analizar la variación presente en los resultados de cada tipo de medición y de cada sistema de equipo de medición. Este requisito aplica a los sistemas de medición incluidos en el plan de control. Los métodos analíticos y los criterios de aceptación deben realizarse de acuerdo a los manuales de referencia aprobados por el cliente.
2. Inciso 7.6.2. Registros de calibración/verificación. Los registros de calibración y verificación de todos los instrumentos de medición y equipos de prueba utilizados para proveer evidencia de conformidad del producto, incluyendo los proveídos por el cliente deben incluir:
  - a. Identificación del equipo incluyendo la norma bajo la cual es equipo es calibrado
  - b. Revisión de los cambios de ingeniería
  - c. Incluir las lecturas de fuera de especificación al ser recibidos para la calibración y verificación
  - d. Determinación del impacto de las lecturas de fuera de especificación
  - e. Declaración de conformidad posterior a la calibración y verificación
  - f. Notificación al cliente se existe sospecha de material fuera de especificación por el uso de equipo con lecturas fuera de especificación durante la calibración y verificación
3. Inciso 7.6.3. Requisitos de laboratorio.
  - a. Inciso 7.6.3.1. Laboratorios internos. Los laboratorios internos deben contar con la carta de trazabilidad que incluya la capacidad de realizar los servicios de inspección, calibración y prueba. La

carta debe estar incluida el sistema de administración de calidad. El laboratorio interno debe cumplir al menos con los siguientes requisitos técnicos:

- i. Procedimientos de operación del laboratorio
  - ii. Personal de laboratorio competente
  - iii. Prueba de productos
  - iv. Capacidad para realizar los servicios correctamente con trazabilidad al patrón relevante (usando por ejemplo ASTM, EN, etc.)
  - v. Revisión de registros relacionados.
  - vi. La acreditación del laboratorio interno puede ser utilizada para demostrar la capacidad del laboratorio.
- b. Inciso 7.6.3.2. Laboratorios externos. Los laboratorios externos utilizados para los servicios de inspección, calibración y prueba por la organización deben contar con la carta de trazabilidad que incluya la capacidad de realizar las pruebas, calibraciones o inspecciones requeridas, y además:
- i. Debe existir evidencia de que el laboratorio externo es aceptado por el cliente, o
  - ii. El laboratorio debe estar acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 o equivalente.
    1. Nota 1: La evidencia de capacidad por el cliente puede ser una auditoría por el cliente o por una segunda parte
    2. Nota 2: Cuando no exista un laboratorio disponible para cierto equipo, el fabricante del equipo lo podrá calibrar siempre y cuando se cumplan los requisitos marcados en el inciso 7.6.3.1.

#### **4. Normas y documentos adicionales que se deben considerar por los laboratorios.**

Además de cumplir con la norma ISO/IEC 17025, los laboratorios deben considerar normas, manuales de referencia y guías que pueden afectar su operación, tal como:

1. Normas relacionadas a el área en que se desempeñará al laboratorio, por ejemplo si entre los servicios está la medición con máquinas de coordenadas, es recomendable que el personal responsable conozca las normas relacionadas al aseguramiento de calidad en la aplicación de máquinas de coordenadas
2. Normas que dan los requisitos a cumplir para la instalaciones donde se instalará el laboratorio
3. La guía para la expresión de la incertidumbre de las mediciones.

#### **5. Proceso de acreditación de laboratorios.**

Los laboratorios interesados se acreditan bajo normas nacionales o internacionales que marcan requisitos a cumplir por los laboratorios para demostrar su competencia. Los laboratorios en base a un protocolo de auditorías determinan si los laboratorios son competentes para ser acreditados o se acreditan bajo alguna norma nacional equivalente, México, por ejemplo, tiene la norma NMX-17025-IMNC: 2000.

La norma ISO/IEC 17025 se compone de dos secciones: la primera que regula la administración del sistema de calidad del laboratorio y la segunda sección que especifica los requerimientos de competencia técnica para los tipos de pruebas y/o calibraciones que el laboratorio realiza. La sección técnica, es la que diferencia la acreditación de los laboratorios de

pruebas y/o calibraciones de la certificación del sistema de calidad administrativo de las empresas industriales y/o de servicios.

Este artículo explica la importancia académica, el impacto que se tendría en el mantenimiento del equipo de medición, en el manejo de información confiable y en el desarrollo del personal técnico al contar con un laboratorio de metrología dimensional preparado para cumplir con la norma ISO/IEC 17025, además de que le permitiría al IIT tener mayor vinculación con la industria local.

## **6. Alcance de la acreditación de un laboratorio de mediciones.**

El alcance deseado de un laboratorio de metrología es la acreditación de los servicios de calibración o pruebas que pretende proveer a su mercado objetivo. El documento que avala el alcance de los servicios que el laboratorio presta es la carta de trazabilidad y la competencia del laboratorio está limitada a los servicios incluidos en la carta vigente durante la auditoria de acreditación.

## **7. Elementos de la norma ISO/IEC 17025:1999**

La metodología a seguir sería determinada por la elaboración del manual de calidad en base a los elementos de la norma ISO/IEC 17025, la cual se divide en los siguientes elementos resumidos:

### **7.1. Requerimientos administrativos**

1. Organización. El laboratorio debe ser una entidad legalmente responsable, cumplir con la norma, satisfacer las necesidades del cliente
2. Sistema de calidad. Establecer un sistema de calidad acorde al alcance del laboratorio, elaborar un manual de calidad
3. Control de documentos. Controlar todos los documentos que formen parte del sistema de calidad
4. Revisión de contratos. Establecer procedimientos para la formulación de contratos, solicitudes
5. Subcontratación de servicios de prueba y calibración. Subcontratar, si es el caso, laboratorios que cumplan con la norma.
6. Adquisición de servicios y partes. Contar con procedimientos para la compra de partes y servicios
7. Servicio al cliente. Cooperar con el cliente para clarificar solicitudes y monitorear al laboratorio.
8. Quejas. Contar con procedimientos para la solución de quejas recibidas del cliente
9. Control de no conformancias. Contar con procedimientos que permitan resolver no conformidades del cliente
10. Acciones correctivas. Establecer procedimientos para implantar acciones correctivas a no conformancias siguiendo técnicas adecuadas de solución de problemas.
11. Acciones preventivas. Identificar oportunidades de mejora, considerando planes de acción, de implantación y monitoreo.
12. Control de registros. Establecer y mantener procedimientos para la identificación, colección, identificación, acceso, archivo almacenamiento, mantenimiento y disposición de registros
13. Auditorias internas. Realizar en forma programada y periódica auditorias al sistema para asegurar el cumplimiento del mismo
14. Revisión administrativa. Revisión periódica del sistema de calidad para conocer el desempeño, mantener la efectividad y aplicar mejoras y cambios necesarios.

## **7.2. Requerimientos técnicos**

1. General. Considerar los factores que influyen en la confiabilidad y rectitud de las pruebas y calibraciones
2. Personal. Asegurar la competencia técnica del personal en las pruebas y calibraciones que realiza.
3. Condiciones ambientales e instalaciones. Establecer las condiciones adecuadas de las instalaciones para el tipo de pruebas y calibraciones que se realizan, asegurando que las condiciones ambientales no invaliden los resultados obtenidos, lo que incluye el monitoreo y control de las condiciones.
4. Métodos de calibración y prueba y métodos de validación. Establecer los métodos y procedimientos adecuados de prueba y calibración en el alcance del laboratorio incluyendo muestreo, manejo, transporte, almacenamiento y preparación de partes y la estimación de la incertidumbre así como el uso de técnicas estadísticas donde sea apropiado.
5. Equipo. Se debe contar con el equipo necesario y de exactitud adecuada para la realización correcta de las pruebas y calibraciones. El equipo debe estar identificado, calibrado y en condiciones aceptables.
6. Trazabilidad de las mediciones. Contar con un programa y procedimiento para la calibración del equipo, que asegure que las calibraciones y pruebas hechas por el laboratorio sean trazables al sistema internacional de unidades (SI)
7. Muestreo. Contar con planes y procedimientos de muestreo donde se lleven a cabo muestreo de sustancias, materiales o productos
8. Manejo de partes de calibración y prueba. Contar con procedimientos para el transporte, recibo, manejo, protección, almacenamiento, retención y/o disposición de partes en calibración o prueba para proteger la integridad de las partes.
9. Asegurar la calidad en los resultados de prueba y calibración. Contar con procedimientos de control de calidad para monitorear la validez de las pruebas y calibraciones.
10. Reporte de resultados. Los resultados obtenidos se reportarán con exactitud, claridad, sin ambigüedad y objetivamente de acuerdo a las instrucciones del método o procedimiento de prueba o calibración.

## **8. Ventajas que proporciona una acreditación**

1. Posibilitar la diseminación de la cultura metrológica en el departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura,
2. Mejorar el nivel de la materia de metrología dimensional al utilizar equipos e instalaciones adecuadas a las prácticas metrológicas actuales
3. Obtención de resultados confiables y trazables a patrones primarios en el caso de investigaciones que requieran de mediciones dimensionales.
4. Mantenimiento óptimo del equipo de medición, trazable y calibrado cuando así sea necesario y en buen estado cuando sea utilizado por estudiantes en sus prácticas
5. Mantenimiento confiable de registros de calidad, y archivos adecuados
6. Personal técnico del IIT capacitado en metrología aplicada a tolerancias geométricas y dimensionales
7. Facilitar la atracción de la Industria Maquiladora, lo que permitiría al alumnado ser considerado como fuente de conocimientos metrológicos y aumentaría las posibilidades de contratación del mismo.

## **9. Deficiencias típicas en laboratorios respecto a la aplicación de la norma**

En la actualidad se tiene un amplio conocimiento sobre la operación adecuada de los laboratorios por lo que se cuenta con información sobre las deficiencias más comunes encontradas en los laboratorios durante los procesos de auditorías que se realizan en los mismos por las agencias acreditadas. Este conocimiento permite reforzar la operación de los laboratorios al revisar éstos los puntos que comúnmente se encuentran con deficiencias

A continuación se agregan ejemplos de los hallazgos más comunes encontrados en diferentes auditorías realizadas por la agencia americana A2LA (siglas en inglés de la asociación americana para la acreditación de laboratorios), los cuales se muestran en su sitio de Internet. Los elementos auditados con mayor cantidad de citas por deficiencias en los mismos son:

Criterio	Numero de Citas
Citado al menos 30% del tiempo	
T1 (política de trazabilidad) – Todas las calibraciones deben ser conducidas por laboratorios acreditados...	147 Citas
17025 Sección 5.4.6.2 – El laboratorio de prueba debe contar y aplicar con procedimientos para la estimación de la incertidumbre de las mediciones...	103 Citas
Citado al entre 20% y 30% del tiempo	
17025 Sección 4.13.1 – El laboratorio debe contar con un programa de auditorías internas, así como con el procedimiento para realizar las auditorías internas...	70 Citas

Figura 8. Elementos auditados con mayores deficiencias encontradas en auditorías

## 10. Conclusión.

La difusión de los requisitos generales a cubrir por los laboratorios de metrología en la Universidad es importante ya que actualmente la información que se publica sobre metrología es pobre ocasionando que los alumnos del Instituto de Ingeniería carezcan de conocimientos básicos sobre el tema.

Es recomendable tocar otros temas relacionados a la metrología ya que es recomendable difundir temas relacionados a la realización de mediciones y el aseguramiento de la calidad de las mismas

## 11. Referencias

International Organization for Standardization (ISO). 1999. ISO/IEC 17025:1999. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. Switzerland.

International Organization for Standardization (ISO). 2000. ISO 9001: 2000 Quality Management Systems -- Requirements. Switzerland.

International Organization for Standardization (ISO). 2002. ISO/TS 16949: 2002 Quality Management Systems – Particular requirements for the application of ISO 9001:2000 for automotive production and relevant service part organizations. Technical specification. Switzerland.

Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC). 1996. NMX-Z-055-1996 IMNC Metrología: Vocabulario de Términos Fundamentales y Generales. México.

Molina, J. 2006. Apuntes de Metrología. México. UACJ. 272

American Society of Mechanical Engineers National Standard (ASME). 1995. Dimensioning and Tolerancing. ASME Y14. 5M- 1994. USA.

Romano D. and Vicario. G., 2002. Inspecting geometric tolerances: uncertainty analysis in position tolerances control on coordinate measuring machines. USA. Statistical Methods & Applications. 11. 83-94.

Bachman. J., Linares. J. M., Sprauel, J. M., Bourdet, P. 2004. Aide in decision-making: contribution to uncertainties in three dimensional measurement. USA. Precision Engineering. 28. 78-88.

Diario Oficial de la Federación. Ley Federal sobre Metrología y Normalización 1997. Art. 3º, inciso X. México.

International Organization for Standardization (ISO). ISO 9000: 2000 (E). Quality management systems – Fundamentals and vocabulary. Switzerland.

Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC). NMX-17025-IMNC: 2000. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración. México.

Centro Nacional de Metrología (CENAM). 2004. Guía técnica sobre trazabilidad e incertidumbre en metrología

dimensional. Centro Nacional de Metrología y Entidad Mexicana de acreditación. México. p. 8

Centro Nacional de Metrología (CENAM). Publicación técnica CNM-MED-PT-002 Guía BIPM/ISO para la expresión de la incertidumbre de las mediciones. Traducción Figueroa, Juan Manuel. 2ª edición. México.

Adams, T. 2002. Most Commonly Cited Deficiencies (12/06/02) found by A2LA cited on 299 assessment reports performed by 81 different assessors on 2002. <http://www.a2la.org.USA>. Última consulta: Enero 2007

## Glosario

**Acreditación.** Acto por el cual una entidad de acreditación reconoce la competencia técnica y confiabilidad de los organismos de certificación, de los laboratorios de prueba, de los laboratorios de calibración y de las unidades de verificación para la evaluación de la conformidad.

**Alcance.** Referente a trazabilidad. Son las áreas de medición o calibración en que un laboratorio de metrología está acreditado, es decir, los servicios en los que el laboratorio fue acreditado, y por lo tanto es reconocida su competencia por el organismo de acreditación.

**Calibración.** Conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de las magnitudes indicadas por un instrumento de medición o sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada o de un material de referencia, y los valores correspondientes de la magnitud realizada por los patrones (NMX-Z-055:1996 IMNC, p. 25).

**Certificación.** Procedimiento por el cual se asegura que un producto, proceso, sistema o servicio se ajusta a las normas o lineamientos o recomendaciones de organismos dedicados a la normalización ya sean nacionales o internacionales.

**Competencia técnica.** Significa que el personal que esta a cargo de realizar las mediciones esta debidamente entrenado y cuenta con las habilidades y conocimientos necesarios para elaborar reportes con resultados válidos.

**Competencia.** Habilidad demostrada para aplicar conocimientos y habilidades.

**EMA.** Entidad Mexicana de Acreditación. En México existe la Entidad Mexicana de Acreditación –EMA-, la cual esta facultada por la *Ley Federal sobre Metrología y Normalización* como organismo de acreditación.

**Guía ISO/IEC 25.** Guía optativa que establecía los requisitos generales de competencia técnica y administrativa de los laboratorios de pruebas y

calibraciones. Esta guía fue base para la elaboración de la norma ISO / IEC 17025.

**IMNC.** Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A. C. Organismo de Normalización, de Certificación de Sistemas, de Productos y Procesos, de Personas y una Unidad de Verificación registrados y reconocidos por el Gobierno Mexicano, a través de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía y/o acreditado por la entidad mexicana de acreditación (EMA) de acuerdo a los lineamientos establecidos por la Ley Federal de Metrología y Normalización y las normas, guías y/o directrices internacionales aplicables.

**Incertidumbre.** Parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían razonablemente, ser atribuidos al mensurando (NMX-Z-055:1996 IMNC, p. 11).

**ISO.** Organización Internacional de Normalización con sede en Ginebra Suiza.

**Norma ISO /IEC 17025.** Norma ISO que establece los requisitos generales de competencia técnica y administrativa de los laboratorios de pruebas y calibraciones.

**Mensurando.** Magnitud particular sujeta a medición (NMX-Z-055:1996 IMNC, p. 7)

**Metrología.** Ciencia de las mediciones. (NMX-Z-055:1996 IMNC, p. 7)

**NMX.** Norma mexicana que prevé para un uso común y repetido reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado.

**NOM.** Norma Oficial Mexicana: la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes..., que establece reglas especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema actividad, servicio o método de producción u operación, así

como aquellas relativas a simbología, embalaje, marcado etiquetado y las que se refieren a su cumplimiento y aplicación.

**Norma o lineamiento internacional.** La norma, lineamiento o documento normativo que emite un organismo internacional de normalización u otro organismo internacional relacionado con la materia, reconocido por el gobierno mexicano en los términos del derecho internacional.

**Patrón (de medición).** Medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o mas valores de una grandeza para servir de referencia (NMX-Z-055:1996 IMNC, p. 24)

**Procedimientos técnicos.** Son los métodos descritos en el sistema de calidad del laboratorio para medir calcular y emitir resultados, control de condiciones ambientales, métodos para elaborar reportes, procedimientos de manejo y los demás que aseguran la validez de los resultados.

**SI.** Sistema Internacional de unidades. Sistema oficial de unidades adoptado por el Buró Internacional de Pesos y Medidas (BIPM), es el sistema previamente conocido como sistema métrico.

**Trazabilidad.** Propiedad del resultado de una medición o del valor del patrón, tal que esta pueda ser relacionada con referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas las incertidumbres determinadas (NMX-Z-055:1996 IMNC, p. 25)

**Verificación.** Confirmación, a través de evidencia objetiva, que los requerimientos especificados han sido cubiertos.

