123
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

LA METROLOGIA COMO FUNDAMENTO A LA CERTIFICACION ISO 9000

TRABAJO ESCRITO VIA CURSOS DE EDUCACION CONTINUA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

JOSE MANUEL ORIZABA COSS

MEXICO, D. F. 1998

266107

EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE	PROFR. GUERRA RECASENS JOSÉ FRANCISCO
VOCAL	PROFRA. FLORES GARCIADIEGO MARÍA LUISA
SECRETARIO	PROFRA. CASSAIGNE HERNÁNDEZ MARÍA DEL ROCÍO
1er SUPLENTE	PROFR. RODRÍGUEZ RIVERA FERNANDO DE JESÚS
2º SUPLENTE	PROFR. JUÁREZ RAMOS JOSÉ FRANCISCO

SITIOS DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA

INDUSTRIA EMBOTELLADORA DEL VALLE, PLANTA CHURUBUSCO

FACULTAD DE QUIMICA. BIBLIOTECAS

ASESORA DEL TEMA

PROFRA. CASSAIGNE HERNÁNDEZ MARÍA DEL ROCÍO

SUSTENTANTE

JOSÉ MANUEL ORIZABA COSS

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO PAG.

2. METROLOGÍA _____ 1

2.1 Actividades que desarrolla la metrología
2.2 Sistema Metrológico Nacional
2.3 El Centro Nacional de Metrología (CENAM)
2.3.1 Objetivos del CENAM
2.3.2 Misión del CENAM
2.3.3 La Organización del CENAM
2.3.4 Servicios que ofrece el CENAM
2.3.5 Funciones del CENAM
2.4 El Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas (SINALP)
2.5 Normalización
2.5.1 La Norma
2.5.2 Ventajas de las Normas
2.6 El Sistema Nacional de Medidas

3. USOS Y APLICACIONES _____ 14

3.1 Sistema de Aseguramiento de Calidad
3.2 Instrumentos de Medición
3.2.1 Requisitos Metrológicos de un instrumento para realizar mediciones
3.2.2 Cualidades metrológicas de los instrumentos
3.2.3 Clasificación de aparatos de Medición
3.2.4 Evaluación de Instrumentos de Medición
3.3 *Sistema de Calibración*
3.3.1 Intervalos de Calibración
3.3.2 Necesidades de Calibración
3.3.3 Procedimientos de Calibración
3.4 Factores de influencia que generan errores
3.4.1 Ambientales
3.4.2 Instrumentales
3.4.3 Personales
3.5 Ejemplo aplicado a la medición de masa
3.5.1 Balanza

3.5.2 Recomendaciones para la instalación de una balanza
3.5.3 Recomendaciones para el manejo de una balanza analítica
3.5.4 Principales fuentes que causan error en una balanza
3.6 Estadísticas en Metrología
3.6.1 *Aplicaciones de Estadísticas y Cartas de Control*
3.6.2 Cartas de Control
3.7 Ejemplos de algunos procedimientos de calibración de Instrumentos

4. PROBLEMAS DE LA METROLOGÍA _____ 40

4.1 Limitantes de la Metrología
4.2 Dificultades de Implantación
4.3 Capacitación en Metrología

5. UNIDADES USUALES NO NORMALIZADAS _____ 43

5.1 *Unidades que no pertenecen al SI*
5.2 Recomendaciones

6. CONCLUSIONES

GLOSARIO

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han dado cambios a nivel mundial que están encaminados a hacer más competitivas las industrias dentro de los mercados económicos internacionales. Esto ha llevado a la necesidad de crear grupos o bloque económicos que buscan la globalización de los mercados; ejemplos muy claros los tenemos en la creación de grupos comerciales como la Comunidad Económica Europea, los siete tigres de Asia o el Tratado de Libre Comercio (TLC) de México, Canadá y Estados Unidos.

Surge así en 1980 el Comité Técnico 176 como un organismo encargado de elaborar normas relacionadas con la calidad, que para el año de 1987 crea la Serie ISO 9000 como una necesidad de unificar criterios de productos y la estandarización de procesos, así como la administración de la calidad en las empresas.

En México, cuando en el mismo año se firmó el Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT) y el país participa en el comercio internacional, las empresas mexicanas comenzaron a comercializar más sus productos en Estados Unidos y Europa y la lupa cayó sobre aquellas organizaciones que comenzaron a ser evaluadas por sus compradores. Más tarde, con la firma del Tratado de Libre Comercio (TLC) en 1994, la competencia de los socios comerciales y las exigencias fueron mayores; en donde la Certificación de un Sistema de Calidad bajo la Norma ISO 9000 da validez, o es una evidencia de que el Sistema cumple con una normativa.

Se puede considerar que de los veinte puntos de la Serie ISO 9000 sobresalen como pilares el punto 4.11 (Sistemas de Medición) y el punto 4.17 (Auditorías Internas de Calidad), ya que se requiere mayor participación y

compromiso de las partes involucradas que en los otros dieciocho puntos de la norma.

Es así que nos enfocaremos en el punto 4.11 (Sistemas de Medición), ya que es importante que un Sistema de Calidad cuente con un Sistema que proporcione confiabilidad en las mediciones que se realicen a cada uno de los atributos de un producto. Estas mediciones pueden ser medidas de presión, temperatura, peso, tamaño, etc. las cuales se han realizado siempre por comparación con patrones.

En la antigüedad las unidades de medida se fundamentaban en el cuerpo humano (medidas Antropométricas). Se medía en cuartas, brazadas, pasos, etc. Pero debido a que los seres humanos poseen diferentes medidas en sus brazos, manos, piernas y pies, éstas distaban mucho de ser homogéneas y surgió la necesidad de crear e imponer un Sistema de Unidades de uso obligatorio que pusiera fin a esta irregularidad. Surge así, entre otros, el Sistema Internacional de Medidas (SI).

1.1.- OBJETIVO

Conocer y hacer valer la importancia de contar con un Sistema de medición confiable que permita asegurar que las observaciones que se han realizado a los atributos de calidad de un producto o servicio de una industria, son correctas y con un alto grado de confiabilidad.

2.- METROLOGÍA

La metrología es el campo del conocimiento relacionado con las mediciones, es decir, la ciencia de la medición e incluye todos los aspectos tanto prácticos como teóricos con relación a las mediciones, cualquiera que sea su nivel de exactitud y en cualquier campo donde estas ocurran; científico o tecnológico.

2.1.- ACTIVIDADES QUE DESARROLLA LA METROLOGÍA.

- Desarrollar y evaluar sistemas de calibración para realizar la caracterización de medición de objetivos, sustancias o fenómenos, como longitud, masa, tiempo, temperatura, corriente eléctrica, intensidad y unidades de mediciones físicas y químicas.

- Identificar las magnitudes de las fuentes de error que contribuye a la incertidumbre de los resultados para determinar la confiabilidad de los procesos de medición en términos cuantitativos.

- Rediseñar y ajustar sistemas de medición para minimizar errores.

- Desarrollar métodos y técnicas de calibración basadas en los principios de la metrología, análisis técnicos de los problemas de medición y los requerimientos de exactitud y precisión.

- Evaluar los estándares de calibración, instrumento y sistemas de prueba para asegurar la selección y el uso correcto de la instrumentación.

2.2.- SISTEMA METROLÓGICO NACIONAL.

El marco legal y funcional de este sistema nacional de metrología está contemplado en:

- La Ley Federal sobre Metrología y Normalización
- Sistema Nacional de Calibración
- Centro Nacional de Metrología

LA LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN.

I En materia de metrología ésta ley tiene por objeto:

1. Establecer el Sistema General de Unidades de Medida.
2. Precisar los conceptos fundamentales sobre Metrología.
3. Establecer los requisitos para la fabricación, importación, reparación, venta, verificación y uso de los instrumentos para medir, y los patrones de medida.
4. Establecer la obligatoriedad de la medición en transacciones comerciales y de indicar el contenido neto de los productos envasados.
5. Instituir el Sistema Nacional de Calibración.
6. Crear el Centro Nacional de Metrología, como organismo de alto nivel técnico en la materia, y
7. Regular, en lo general, las demás materias relativas a la metrología

II. En Materia de Normalización, Certificación, Acreditamiento y Verificación.

1. Fomentar la transparencia y eficiencia en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas.
2. Instruir a la Comisión Nacional de Normalización para que coadyuve en las actividades que sobre normalización corresponde realizar a las distintas dependencias de la administración pública federal.
3. Establecer un procedimiento uniforme para la elaboración de normas oficiales Mexicanas por las dependencias de la administración pública federal.
4. Promover la concurrencia de los sectores público, privado, científico y de consumidores en la elaboración y observancia de Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas.

5. Coordinar las actividades de Normalización, Certificación, Verificación y laboratorios de pruebas de las dependencias de la administración pública federal.
6. Establecer el sistema nacional de acreditamiento de organismos de normalización y de certificación, unidades de verificación y de laboratorios de prueba y de calibración.
7. En general, divulgar las acciones de normalización y demás actividades relacionadas con la materia.

2.2.1.- EL SISTEMA NACIONAL DE CALIBRACIÓN

Se instituye este organismo con el objeto de procurar la uniformidad y confiabilidad de las mediciones que se realizan en el país, tanto en lo concerniente a las transacciones comerciales y de servicios, como en los procesos industriales y sus respectivos trabajos de investigación científica y de desarrollo tecnológico.

2.3.- EL CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA. (CENAM)

El CENAM es un organismo descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio, con objeto de llevar a cabo funciones de alto nivel técnico en materia de metrología.

2.3.1. OBJETIVOS DEL CENAM

1. Consolidar el Sistema Nacional de Mediciones, apoyando a la red de laboratorios secundarios y laboratorios industriales.
2. Ofrecer un respaldo técnico a la industria mexicana en materia de metrología, para que sea más confiable y pueda competir con mayores posibilidades de éxito.
3. Ofrecer respaldo a la industria en materia de certificación de mediciones, para que puedan participar en los actuales esquemas de certificación exigidos en los mercados internacionales.

4. Participar en la modernización del país, reforzando la infraestructura técnica y científica que requiere la industria para competir en el actual entorno de la apertura comercial.

2.3.2. MISIÓN DEL CENAM

Ser el laboratorio Nacional Primario de Metrología del país, para establecer y desarrollar patrones nacionales de medición, diseminando su exactitud hacia la industria y a todos los usuarios del país, asegurando además la compatibilidad de éstos patrones con los de otros países, principalmente con los que México tiene mayor intercambio comercial.

2.3.3. LA ORGANIZACIÓN DEL CENAM

El alcance científico y tecnológico del CENAM debe cubrir todos aquellos campos de medición que sean pertinentes y relevantes al trabajo de la industria Para su dirección adecuada, el CENAM se ha organizado en áreas de acuerdo a los principales sectores de la metrología.

2.3.4. SERVICIOS QUE OFRECE EL CENAM

1. Calibración de equipos.
2. Certificación de materiales de referencia.
3. Asesorías y Consultorías técnicas.

4. Capacitación.
5. Servicios de Certificación de Laboratorios de Calibración.

2.3.5. FUNCIONES DEL CENAM

1. Fungir como laboratorio primario del sistema nacional de Calibración.
2. Conservar el patrón nacional correspondiente a cada magnitud, salvo que su conservación sea más conveniente en otra institución.
3. Proporcionar servicios de calibración a los patrones de medición de los laboratorios, centros de investigación o a la industria, cuando así se solicite, así como expedir los certificados correspondientes.
4. Promover y realizar actividades de investigación y desarrollo tecnológico en los diferentes campos de la metrología, así como coadyuvar a la formación de recursos humanos para el mismo objetivo.
5. Asesorar a los sectores industriales, técnicos y científicos en relación con organismos internacionales y nacionales y en la intercomparación de los patrones de medida.
6. Participar en el intercambio de desarrollo metrológico con organismos nacionales e internacionales y en la intercomparación de los patrones de medida.
7. Realizar peritajes de tercería y dictaminar sobre la capacidad técnica de calibración o de medición de los laboratorios, a solicitud de parte o de la secretaría dentro de los comités de evaluación para la acreditación.
8. Organizar y participar, en su caso, en congresos, seminarios, conferencias, cursos o en cualquier otro tipo de eventos relacionados con la metrología.
9. Celebrar convenios con instituciones de investigación que tengan capacidad para desarrollar patrones primarios o instrumentos de alta precisión, así como instituciones educativas que puedan ofrecer especializaciones en materia de metrología.
10. Celebrar convenios de colaboración e investigación metrológica con instituciones, organismos y empresas tanto nacionales como extranjeras.
11. Las demás que se requieran para su funcionamiento.

2.4. EL SISTEMA NACIONAL DE ACREDITAMIENTO DE LABORATORIOS DE PRUEBAS (SINALP)

El SINALP se creó el 21 de abril de 1980 por Decreto Presidencial y se elevó a rango de ley el 26 de enero de 1988, en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, (Art. 61), como apoyo gubernamental en programas de desarrollo tecnológico y de comercialización.

Es un organismo de naturaleza mixta (oficial y privada) que tiene los siguientes propósitos:

1. Agilizar las transacciones comerciales a nivel internacional eliminando barreras no arancelarias.
2. Optimizar los recursos existentes y estimular el desarrollo industrial del país, mediante reconocimiento y aceptación de resultados de pruebas obtenidas en laboratorios confiables capaces de proporcionar la infraestructura necesaria para uso de quienes deseen mejorar y demostrar los niveles de calidad alcanzada den los productos procesados.

Los laboratorios que logran obtener el reconocimiento oficial a través del acreditamiento, son aquellos que cumplen con la serie de requisitos que establece el sistema, como son: organización, personal, equipo de medición, calibración, control interno de calidad, etc. Todos los lineamientos están expresados en las normas NMX serie CC, y en la normativa internacional ISO serie 9000.

La observación en el cumplimiento de dichos requisitos se lleva a cabo mediante una rigurosa evaluación inicial y una serie de evaluaciones periódicas que demuestran la continuidad de su competencia.

2.5. NORMALIZACIÓN

La normalización es básicamente comunicación entre productos y consumidor, entre importador y exportador, pues constituye un idioma común a base de términos técnicos, definiciones, símbolos, métodos de prueba y procedimientos, que facilitan la confianza y agiliza el entendimiento.

De acuerdo a la ley de Metrología, las Normas Oficiales Mexicanas son aquellas que expiden las dependencias oficiales competentes de carácter obligatorio. Éstas sólo podrán expedir normas, especificaciones técnicas, criterios, reglas, instructivos, circulares, lineamientos y demás disposiciones relativas a la protección de la población en las áreas de ecología, salud, alimentación, protección al consumidor.

La norma técnica, es el fin concreto de la normalización y es un documento que sirve como referencia para juzgar un producto o una función; es en esencia "la misma solución adoptada para un problema que se repite".

La normalización técnica la realizan comités organizados por entes no gubernamentales. en Metrología el organismo encargado es el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC).

Se conocen como Normas Mexicanas (NMX) y no son obligatorias. La normalización de conceptos surge ante la necesidad de utilizar un sólo lenguaje común (símbolos, definiciones, términos, etc.) El ejemplo más representativo es el Sistema Internacional (SI).

La normalización sobre métodos y funciones: Aparecen en los procesos, la producción, el abastecimiento, el almacenaje y también en servicios, transporte, telecomunicaciones, informática, vídeo, etc.

La normalización de productos es por medio de especificaciones, valor de ellas y tolerancia, Dimensional, metrológica, mecánicas, físicas, etc.

2.5.1. NORMA

Una norma es una especificación técnica accesible al público establecida con la cooperación y el consenso a la aprobación general de todas las partes interesadas, basada en los resultados conjuntos de la ciencia, la tecnología y la experiencia; tiene por objeto el beneficio de la comunidad y es aprobada por un organismo calificado a nivel nacional, regional o internacional.

Las normas son aquellas especificaciones técnicas, científicas o tecnológicas que establecen criterios con los que deben cumplir los productos, servicios y procesos de producción. Las normas son diseñadas con fines diversos, tales como la protección del consumidor, la salud pública, el medio ambiente, la seguridad pública y la promoción del comercio entre otros.

El uso indebido de las normas puede generar barreras al flujo de bienes y servicios que implican discriminación entre productos, productores y países. La exageración en los requisitos impuestos para el cumplimiento de las normas, así como los procesos de validación para el cumplimiento, verificación y vigilancia de las mismas.

Las normas establecen un criterio objetivo que debe tener un producto, bien o servicio, define la seguridad, durabilidad, fiabilidad, mantenimiento e intercambiabilidad. Las normas también se aplican a efecto de garantizar el uso y aprovechamiento adecuado de los recursos naturales.

2.5.2. VENTAJAS DE LAS NORMAS

Las normas ofrecen ventajas tanto para los fabricantes y productores, como

para los consumidores y el gobierno.

A los fabricantes les permite reducir las variedades y tipos de productos, disminuyendo así los inventarios y los costos de producción, mejorando con ello la administración. Por otra parte les indican los estándares y procesos que deben observar a efecto de garantizar el uso adecuado de los recursos que utilizan, en beneficio de toda la comunidad. A los consumidores les permiten identificar la calidad y/o seguridad de los productos que adquieren, facilitando el proceso de selección entre diversas opciones, garantizando la máxima satisfacción por el gasto invertido.

La existencia de normas específicas permiten al gobierno un mejor control de los procesos que tienen incidencia en la bienestar general de la población, por ejemplo, las normas de carácter ambiental y ecológico.

2.6. EL SISTEMA INTERNACIONAL

En la antigüedad las unidades de medida se fundamentaban en el cuerpo humano (medidas antropométricas), se medía en cuartas brazadas, pasos, etc., pero debido a que los seres humanos poseen diferentes medidas en sus brazos, manos, piernas y pies, éstas distaban mucho de ser homogéneas y surgió la necesidad de crear e imponer un sistema de unidades de uso obligatorio que pusiera fin a esta irregularidad. Surge así el Sistema Internacional de Medidas (SI).

El Sistema Internacional de Medidas comprende:

- Unidades SI de base
- Unidades SI derivadas
- Unidades SI suplementarias
- Prefijos SI
- Reglas de escritura y empleo de las Unidades SI

a) UNIDADES SI DE BASE

Son siete las unidades en las que se fundamenta el sistema SI

MAGNITUD	UNIDAD	SÍMBOLO
1. Longitud	metro	M
2. Masa	kilogramo	km
3. Tiempo	segundo	s
4. Corriente eléctrica	ampere	A
5. Temperatura	Kelvin	K
6. Cantidad de sustancia	mol	mol
7. Intensidad luminosa	candela	cd

(-NOM-008 SCFT-1993 3/74 SISTEMA GENERAL DE UNIDADES DE MEDIDA)

Nombre y definiciones de las unidades de base:

Metro	Longitud de la trayectoria recorrida por la luz en vacío durante un lapso de 1/299 792 458 de segundo.
Kilogramo	Masa igual a la del prototipo internacional del kilogramo.
segundo	Duración de 9,192,631,770 periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del átomo de Cesio 133.
Kelvin	Fracción 1/273,16 de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.
ampere	Intensidad de una corriente constante que mantenida en dos conductores paralelos rectilíneos de longitud infinita, de sección circular despreciable, colocados a un metro de distancia entre sí, en el vacío, producirá entre conductores una fuerza igual a 2×10^{-17} N por metro de longitud.
mol	Cantidad de sustancia que contiene tantas unidades elementales como existan átomos en 0,012 kg de carbono 12.
candela	Intensidad luminosa en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} H_2 y cuya intensidad energética en esa dirección es $^{1}/_{683}$ $^{w}/_{sr}$.

b) UNIDADES SI DERIVADAS:

Son unidades que se forman combinando las unidades de base, o bien éstas y las suplementarias según expresiones algebraicas que relacionan las magnitudes correspondientes de acuerdo a leyes de física. Algunas de estas unidades reciben un nombre especial y un símbolo particular; se puede, por lo tanto, clasificar las unidades las unidades derivadas en dos clases:

- Unidades SI derivadas con nombre especial; (ANEXO 1).

- Unidades SI derivadas sin nombre especial; ejemplo:

Superficie	metro cuadrado	m^2
Volumen	metro cúbico	m^3
Velocidad	metro por segundo	$^m/_s$
Aceleración	metro por segundo al cuadrado	$^m/_s{}^2$
Concentración	mol por metro cúbico	$^{mol}/_m{}^3$

a) UNIDADES SI SUPLEMENTARIAS:

Son unidades sobre las cuales la conferencia general de pesos y medidas (CGPM) aún no decide si son unidades de base o derivadas, por lo tanto, pueden ser tratadas con uno u otro carácter, las magnitudes, unidades y símbolos se indican en la siguiente tabla:

MAGNITUD	UNIDAD	SÍMBOLO
Ángulo Plano	radian	rad
Ángulo Sólido	esterradián	sr

b) PREFIJOS SI

La CGPM adoptó una serie de nombres y símbolos de prefijos para formar las múltiplos y submúltiplo decimales que cubren el intervalo de 10^{-18} a 10^{18} (ANEXO 2).

c) REGLAS GENERALES PARA EL EMPLEO DE LOS SÍMBOLOS DE LAS UNIDADES DE SI.

1. Los símbolos de las unidades deben ser expresados en caracteres romanos en general, minúsculas, con excepción de los símbolos que se derivan de nombres propios, en los cuales se utilizan caracteres romanos en mayúsculas. Ejemplo: m, cd, s, kg, mol (metro, candela, segundo, kilogramo, mol) K, A (Kelvin, Ampere).
2. No se debe colocar punto después del símbolo de la unidad.
3. Los símbolos de las unidades no deben pluralizarse. Ejemplos: 8kg, 50kg, 9m, 5m
4. El signo de multiplicación para indicar el producto de dos o más unidades debe ser de preferencia un punto. Este punto puede suprimirse cuando la falta de separación de los símbolos de las unidades que intervenga en el producto, no se preste a confusión.

   Ejemplos: N-m ó Nm, también m.N pero no mN que se confunde con milinewton, submúltiplo de la unidad de fuerza, con la unidad de momento de una fuerzo o de un par (newton metro).
5. Cuando una unidad derivada se forma por el cociente de dos unidades, se puede utilizar una línea inclinada, una línea horizontal, o bien, potencias negativas.

   Ejemplo: para designar la unidad de velocidad (metro por segundo $^{m}/_{s}$, $\frac{m}{s}$ ó ms^{-1})
6. No debe utilizarse más de una línea inclinada a menos que se agreguen paréntesis. En los casos complicados, deben utilizarse potencias negativas o paréntesis.

   Ejemplo: m/s^2 ó $m.s^{-2}$ pero no: m/s/s

   $m.kg/(s^3A)$ ó $m.kg\ s^{-3}A-1$, pero no: $m.kg/s^3/A$
7. Los múltiplos y submúltiplos de las unidades se forman anteponiendo al nombre

de éstas, los prefijos correspondientes con excepción de los nombres de los múltiplos y submúltiplos de la unidad de masa en los cuales los prefijos se anteponen a la palabra "gramo".

Ejemplo: dag, Mg (decagramo; megagramo)

Ks, dm (kilosegundo; decímetro)

8. Los símbolos de los prefijos deben ser impresos en caracteres romanos (rectos), sin espacio entre el símbolo de prefijo y el símbolo de la unidad.

Ejemplo: mN (milinewton), y no m N

9. Si un símbolo que contiene a un prefijo está afectado de un exponente, indica que el múltiplo de la unidad está elevado a la potencia expresada por el exponente.

Ejemplo: $1\ cm^3 = (10^{-2}m)^3 = 10^{-6}\ m^3$

$1\ cm^{-1} = (10^{-2}m)-1 = 10^2\ m^{-1}$

10. Los prefijos compuestos deben evitarse.

Ejemplo: 1 nm (un nanómetro) pero no: mμm (un milimicrómetro).

3.- USOS Y APLICACIONES

3.1- SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

REQUSITOS DEL SISTEMA DE CALIDAD

De acuerdo a la norma ISO 9001 son veinte los puntos para establecer un sistema de calidad, de los cuales el punto 4.11 menciona lo referente al "Control de los equipos de inspección, medición y prueba", el cual establece:

1.- Establecer y mantener al día procedimientos documentados para controlar, calibrar y dar mantenimiento a los equipos de inspección, medición y ensayo o prueba (EIMP) utilizados para demostrar la conformidad del producto.
2.- Los EIMP deben ser utilizados de manera que se asegure que la incertidumbre de la medida es conocida y compatible con la capacidad de medida requerida.
3.- Determinar qué medidas deben realizarse, la exactitud requerida para seleccionar los instrumentos adecuados.
4.- Identificar los EIMP que puedan afectar la calidad del producto, calibrarlos y ajustarlos a intervalos establecidos contra equipos certificados.
5.- Definir el proceso empleado para la calibración de los IMP, así como, localización, frecuencia, método de comprobación, criterios de aceptación y las acciones que deben realizarse cuando los resultados no sean satisfactorios.
6.- Identificar los EIMP con una marca adecuada, o con el registro de identificación, que indique su estado de calibración.
7.- Conservar los registros de calibración.
8.- Asegurar que las calibraciones, inspecciones y mediciones que se realizan son en condiciones ambientales adecuadas.

De acuerdo a diferentes organismos certificadores (CFR-21, NOM CC-4 e ISO 10012)

- Elaboración de procedimientos administrativos y de calibración de equipos.

- Contar con instrumentos, equipos o materiales de referencia adecuadamente certificados.

- Mantener adecuadamente identificados los instrumentos de medición, así como una base de datos y archivos sobre el historial tanto de calibración y servicio como de la naturaleza de cada instrumento.

- Tener áreas exclusivas para calibración de instrumentos y el almacenaje de los patrones de referencia.

- Capacitación del personal encargado de realizar calibraciones.

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

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 transmitirlos por comparación a otros instrumentos de medición. Ejemplos:

a) Patrón masa 1kg
b) Bloque patrón
c) Amperímetro patrón.

Ajuste: Es la disminución, cuando es posible, de los errores encontrados en la calibración de un instrumento determinado.

Medición: Técnica por medio de la cual asignamos un número a una

propiedad física, como resultado de una comparación de dicha propiedad con otra similar tomada como patrón, la cual se ha adoptado como unidad.

3.2. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Un instrumento de medición es aquel instrumento que es utilizado para comparar una unidad patrón (valor "verdadero") contra la magnitud de un mensurado para conocer su valor.

Los instrumentos de medición generalmente están formados por cuatro componentes principales, que son:

- Elemento sensor
- Elemento transmisor
- Elemento convertidor
- Elemento indicador

Por ejemplo:

Cuando medimos presión con un manómetro de Burdón, éste se conecta directamente al medio a través de una conexión a un tubo de Burdón, que es el elemento sensor. El tubo de Burdón es un elemento elástico que tiene la característica de deformarse proporcionalmente a los cambios de presión. La señal de éste es transmitida por medio de un brazo palanca a una sñal de giro de una aguja sobre una escala calibrada, sobre la cual puede leerse directamente en unidades de presión.

3.3.1. REQUISITOS METROLÓGICOS DE UN INSTRUMENTO PARA REALIZAR MEDICIONES.

1.- Ser lo suficientemente sensible para detectar los cambios del mensurado esperados en el medio.
2.- Tener una respuesta proporcional con relación a los cambios del mensurado esperados en el medio.
3.- Tener trazabilidad.
4.- Tener una incertidumbre de medición congruente al nivel de conocimiento del mensurado que se desea.
5.- Tener un alcance de medición adecuado a la magnitud del mensurado.
6.- Tener buena estabilidad con respecto al paso del tiempo.

3.2.2 CUALIDADES METROLÓGICAS DE LOS INSTRUMENTOS

Todos los instrumentos de medición dimensional deben poseer las siguientes *cualidades metrológicas*:

- Exactitud
- Repetibilidad
- Reproducibilidad

Exactitud:
Proximidad de concordancia entre el resultado de una medición y el valor (convencionalmente) verdadero de la magnitud medida.

Repetibilidad:
Proximidad de concordancia entre resultados de mediciones sucesivas de la misma magnitud, efectuadas:

- Con el mismo método
- Por el mismo técnico
- Con los mismos instrumentos
- En el mismo lugar
- A intervalos cortos de tiempo

Reproducibilidad:
Es la proximidad de concordancia entre los resultados de las mediciones de la misma magnitud cuando las mediciones individuales se efectúan:

- Con diferentes métodos
- Con diferentes técnicos
- Con diferentes instrumentos
- *En lugares distintos y condiciones de uso diferentes*

3.2.3. CLASIFICACIÓN DE APARATOS DE MEDICIÓN

1.- Los aparatos pueden ser para medidas lineales o angulares.

a) Los lineales pueden ser de medida directa:

- Con trazos o divisiones (metro, regla graduada, todo tipo de calibradores vernier)

- Con tornillo micrométrico (todo tipo de micrómetros)

- Con dimensión fija (bloque patrón, Galgos de espesores, calibradores de límites)

- Comparativa (comparadores mecánicos, ópticos, neumáticos)

Los de medida indirecta

- *Trigonométrica (bolas o cilindrosómetros, bloques mycil)*
- Relativa (niveles, reglas ópticas)

a) Los angulares de medida directa

- Con trazos o divisiones (transportador simple, goniómetro)
- Con dimensión fija (escuadra universal, calibradores cónicos)

b) Angulares de medida indirecta

- Trigométricas (falsas escuadras, reglas de senos, mesas de senos)

3.2.4. EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Para evaluar el comportamiento de un instrumento a través de su alcance de medición, es necesario realizar pruebas de exactitud, repetibilidad, sensibilidad y elaboración de gráficas que permitan visualizar objetivamente el comportamiento del mismo.

Los principales problemas que se pueden encontrar son:

1.- Corrimiento en la señal dada por el instrumento a un valor de referencia del mensurado igual a cero.
2.- Problemas de la linearidad en la respuesta del instrumento dentro de su alcance de medición.
3.- Problemas de proporcionalidad de la respuesta dentro del alcance de medición.

4.- Problemas de repetibilidad de la respuesta del instrumento dentro de su alcance de medición ante una misma magnitud de referencia del mensurado.
5.- Problemas de exactitud ante una magnitud de referencia del mensurado.
6.- Problemas de sensibilidad de la respuesta del instrumento en relación a la variación del mensurado.
7.- Problemas de estabilidad con el tiempo.

Para poder establecer la utilidad y confiabilidad de un instrumento de medición es necesario realizar un proceso de calibración para determinar sus propiedades metrológicas de trazabilidad, exactitud, repetibilidad, estabilidad, movilidad y sensibilidad.

Para realizar calibraciones, se deben utilizar métodos normalizados con el objeto de poder comparar los resultados entre los diferentes laboratorios y organizaciones que realizan este tipo de servicios.

La calibración de un instrumento de medición puede ser reportada a través de las dos diferentes formas.

1.- Para instrumentos que poseen una escala graduada en las mismas unidades del mensurado se elabora un informe de calibración en el que se indican los errores de exactitud, repetibilidad, sensibilidad, movilidad e incertidumbre de la lectura del instrumento al ser comparado contra la referencia patrón. En este informe además, se indica si éste cumple con las tolerancias especificadas por el fabricante o diseñador del instrumento de medición.
2.- Para instrumentos que poseen una escala graduada adimensional se reportan curvas de calibración, regresiones matemáticas o constantes que relacionan la lectura adimensional del instrumento con el valor de la referencia patrón. Además, se indica la sensibilidad, movilidad e

incertidumbre de medición del instrumento y si cumple con las tolerancias de error especificadas.

3.3. SISTEMA DE CALIBRACIÓN

El sistema de calibración debe estar diseñado para proporcionar una adecuada exactitud en los servicios de calibración.

Todos los equipos de medición involucrados en la calidad deben estar controlados para asegurar las especificaciones.

El sistema de calibración debe proporcionar los medios para la prevención de inexactitudes, de una pronta detección de ella y deben ser definidas las acciones correctivas. Así como también debe comprender:

1) El listado de intervalos de calibración de los equipos de medición y de los patrones, así como las fuentes de calibración.
2) El listado de las condiciones ambientales bajo las cuales son realizadas las calibraciones.
3) Listado de los procedimientos de calibración.
4) El listado de los informes de medición, en el cual se dan datos pertinentes a las calibraciones realizadas.

3.3.1. INTERVALOS DE CALIBRACIÓN

Los equipos de medición deben ser calibrados de acuerdo a períodos preestablecidos, considerando la exactitud deseada y el nivel que se desea mantener. Los períodos pueden ser aplicados a un sólo instrumento o familias de instrumentos; pueden ser intervalos fijos o variables de acuerdo a su uso o tiempo

calendario, así como considerando el nivel de calidad deseado para una cierta aplicación.

Los períodos pueden ser ajustados como sea necesario, considerando los datos de calibración o alguna información que los sustente, esto quiere decir, pueden ser acortados o alargados.

Todos los ajustes de calibración deben ser documentados así como las razones del cambio.

Los períodos de calibración pueden ser extendidos bajo la supervisión del laboratorio, en aquellos casos en que los equipos de medición se han vencido, pero no pueden removerse del servicio por estarse realizando pruebas críticas, por planeación de producción u otros requerimientos, sin embargo, la aceptación de las pruebas o productos se validarán sólo después de que haya sido calibrado.

Los equipos de medición que no requieren calibración deben ser documentados.

I. ETIQUETADO

Las etiquetas deben incluir la siguiente información:

- No. de Control o identificación.
- No. de Serie del instrumento.
- Identificación de la persona que realizó la calibración.
- Fecha de calibración.
- Fecha de la siguiente calibración.

Cuando el uso de etiquetas es impráctico, entonces se puede utilizar un código de identificación y cuando esto tampoco procede, entonces los procedimientos deben establecer claramente los lineamientos de control.

Cuando los instrumentos no han sido calibrados de acuerdo a lo establecido, se deben emplear etiquetas, códigos o controles para indicar que están pendientes de calibración.

II. TRAZABILIDAD

La documentación que indica la trazabilidad de los patrones, así como la de los equipos de medición está sujeta a auditorías, por lo que es necesario que se identifique lo siguiente:

- El laboratorio que proporcionó el servicio de calibración.

- El informe de calibración con los datos de medición y la incertidumbre encontrada.

- Las condiciones ambientales bajo las cuales fuer realizada la calibración.

- La fecha de calibración y los nombres de las personas que realizaron y supervisaron la calibración.

La documentación de la trazabilidad no es requerida cuando se emplean técnicas de relación, cuando se basan en constantes físicas naturales y cuando es implantada una unidad derivada con patrones trazables.

III. CONTROLES AMBIENTALES

El medio ambiente del laboratorio debe *ser controlado, cuando no* son adecuados, entonces *se deben corregir* los resultados de la medición *considerando* los parámetros que no se están controlando, como Temperatura, Humedad, etc.

IV. PERSONAL

El personal que efectúe las calibraciones debe ser capacitado, calificado y certificado para cada actividad que realiza.

La certificación del personal estará de acuerdo a un programa de entrenamiento, ya sea externo o interno.

3.3.2. NECESIDADES DE LA CALIBRACIÓN

I. ASPECTO PREVENTIVO:

Garantiza que los errores de medida son inferiores a un valor determinado.

II. ASPECTO CORRECTIVO:

Desecha patrones, instrumentos, equipos y métodos de medida cuyos errores están por encima de un valor determinado.

La calibración es necesaria para asegurar el mantenimiento del instrumento dentro de las tolerancias y clase de exactitud especificada. El resultado de una calibración permite estimar los errores de indicación del instrumento de medida, del sistema de medida, de la medida materializada, o bien asignar valores a marcas de referencia sobre escalas arbitrarias, y puede también

determinar otras propiedades metrológicas. El resultado de una calibración puede consignarse en un documento denominado certificado de calibración o informe de calibración.

3.3.3 PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN

Un procedimiento es una forma específica de llevar a cabo una actividad definida e involucra actividades relacionadas con la planeación, coordinación, ejecución y control de recursos en una organización.

Los procedimientos pueden ser realizados por el propio usuario, por el fabricante o por medido de un arreglo de toda la información de que se disponga.

Los procedimientos son documentos auditables, por lo que es necesario que estén identificados, aprobados, fechados y controlados. Para facilitar su emisión y revisión de ellos, es conveniente que tengan un sólo formato para tener uniformado sú desarrollo.

Los procedimientos de calibración deben contener lo siguiente:

- Objetivo.
- Alcance.
- Condiciones Ambientales.
- Patrones empleados.
- Instrumentos y material necesario.
- Operaciones preliminares.
- Descripción del método.
- Proceso de calibración.
- Anexos.
- Referencias.

I.-OBJETIVO

Describir la metodología a seguir para realizar la calibración de termómetros de líquido en vidrio, en base a un programa calendarizado.

II.-ALCANCE

Este procedimiento es aplicable a todos aquellos instrumentos de liquido en vidrio que se utilizan en las *Instalaciones internas de la UNAM*, cuya división mínima sea de 0,1 °C.

III.- DEFINICIONES

Para efecto de este procedimiento se establecen las siguientes definiciones

3.1 DEFINICIÓN DE LA EIT - 90 (Escala Internacional de Temperatura 1990)

La escala internacional de temperatura de 1990 empezó a aplicarse a partir de Enero de 1990, esta escala fue adoptada por el Comité Internacional de Pesas y Medidas en 1989, la EIT-90 reemplaza a la Escala Practica Internacional de Temperatura de 1968.

La EIT-90 define los instrumentos necesarios para su reproducción, los puntos fijos que la establecen y los procedimientos de interpolación para determinar temperaturas intermedias.

3.2 BULBO TERMOMÉTRICO

Es un recipiente de vidrio que contiene la mayor parte del liquido termométrico, generalmente es de forma cilíndrica con la finalidad de obtener buena estabilidad térmica y disponer de una gran superficie de contacto con el medio cuya temperatura se desea medir.

3.3 VÁSTAGO

El vástago del termómetro indica los cambios producidos en el volumen del liquido al variar la temperatura.

3.4 ESCALA PRINCIPAL

Esta escala contiene la graduación que permitirá saber tanto la temperatura que se esta midiendo como el intervalo total en el que se debe usar el instrumento.

3.5 CÁMARA DE EXPANSIÓN

Es una ampliación al final del capilar, cuya función es proteger al termómetro de un sobrecalentamiento que pueda tener como consecuencia una ruptura del instrumento.

3.6 CÁMARA DE CONTRACCIÓN

Es una ampliación en el capilar mediante el cual se interrumpe la indicación en una zona determinada y permite la instalación de una escala adicional.

3.7 TERMÓMETRO DE INMERSIÓN TOTAL

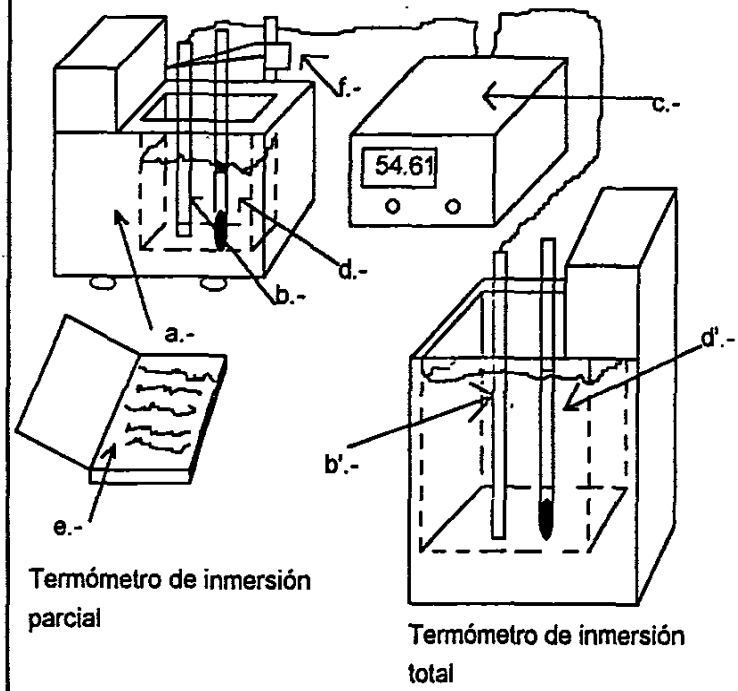
Esta diseñado para indicar correctamente valores de temperatura cuando el bulbo y toda la columna de liquido se sumergen en el medio donde se requiere determinar la temperatura.

3.8 TERMÓMETRO DE INMERSIÓN PARCIAL

Este instrumento esta diseñado de tal manera que indique correctamente valores de temperatura cuando el bulbo y una porción especificada del capilar sumergidos en el medio. La linea de inmersión nos indica precisamente la profundidad de inmersión de estos termómetros.

3.9 COLUMNA EMERGENTE

En un termómetro es la parte de la columna no expuesta a la temperatura que se desea medir.



a.- Baño de aceite
b y b'- Termómetro de referencia.
c.- Monitor de lectura.
d y d'.- Termómetro a calibrar.
e.- Bitácora de trabajo.
f.- Soporte universal.

IV .- RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del personal técnico del laboratorio de metrología seguir y aplicar éste procedimiento en la calibración de termómetros de liquido en vidrio.

V .- SEGURIDAD

El personal que realice alguna calibración de termómetros de liquido en vidrio debe evitar el contacto directo o inhalación de vapores de mercurio si el instrumento llega a romperse.

En la calibración de instrumentos de temperatura aplique el procedimiento de operación de cada uno de los baños utilizados.

Evite el contacto fisico entre alguna parte del cuerpo y las zonas calientes del equipo utilizado.

VI .- CONDICIONES

6.1 Durante el translado de los termómetros, lo más recomendable es envolverlos con un material blando para amortiguar los golpes y vibraciones, posteriormente colóquelos en un lugar seguro.

6.2 Cuando se tomen lecturas de la temperatura en el termómetro del liquido en vidrio evite el error de paralaje.

6.3 Condiciones ambientales
Temperartura del aire
Humedad del aire
Presión Diferencial
Iluminación
Ruido 90 dB

VII.- PATRONES EMPLEADOS

a) Termómetro digital marca Fisher
b) Alcance de medición -20 a 100 °C
c) División mínima 0,1 °C
d) Exactitud 0,2 °C
e) Certificado de calibración externa vigente. Ver PEO 01-008-97

VIII MATERIAL Y EQUIPO AUXILIAR

1. Cronometro calibrado
2. Termometros auxiliares calibrados (líquido en vidrio i tipo Feyden)
3. Lupa
4. Bitácora de trabajo y formatos de informes de calibración
5. Baño de temperatura controlada
6. Lentes de seguridad
7. Mezcla de agua alcohol (3:1) y/o agua
8. Baño de temperatura de punto frío (Dewar)
9. Guantes
10. Alcohol etílico

IX.- PROCEDIMIENTO GENERAL

9.1 OPERACIONES PRELIMINARES

9.1.1 Antes de realizar la calibración de un termómetro ó de utilizarlo por primera vez, es necesario hacer una inspección visual con una lupa de suficiente aumento y verifique si las condiciones de medición del instrumento son las adecuadas.

Algunos de los defectos que se pueden encontrar en estos instrumentos son los siguientes:

a).- Columna de líquido separada.

b).- Presencia de algún material extraño en el bulbo o en el capilar.

c).- Graduación defectuosa de la escala.

d).- Oxidación del liquido termométrico.

e).- Deformación en el capilar ó gotas de liquido en la cámara de expansión.

Revise el estado fisico de cada uno de los termómetros a calibrar y determine si es posible realizar la calibración.

Identifique en forma parcial a cada uno de los termómetros utilizando para ello números en forma ascendente (de acuerdo al numero de instrumentos).

Nota: De los defectos físicos que pudiera tener un termómetro de líquido únicamente podría ser calibrado el de la separación de mercurio ya que es posible corregirlo por otros medios.

9.1.4 Verificar las condiciones ambientales del laboratorio de Metrología (Seccion Temperatura) y anotar en la bitacora correspondiente.

9.2 Anotar en la bitácora de trabajo y en el formato del informe de calibración, las características metrológicas correspondientes. Ver anexo I

9.2.1 Seleccione los puntos de calibración del termómetro (por lo menos 3 puntos) considerando desde el valor mínimo de lectura hasta el punto mas alto del intervalo de medición, incluyendo 0°C y temperatura de uso.

9.2.2 Ambientar el termómetro rebido durante un periodo de 30 minutos como mínimo.

9.3 CALIBRACIÓN DE TEMPERATURA EN PUNTO FRÍO

9.3.1 Coloque el baño de temperatura controlada de punto frío en el lugar correspondiente del cubiculo de calibración de temperatura.

9.3.2 Prepara hielo Frape, adicionar hielo y agua en cantidad tal que los termometros permanezcan fijos durante la medición

9.3.3 Introduzca el termómetro a calibrar en algún (Baño Dewar) del baño, así mismo, introduzca el sensor de referencia en el Dewar de tal forma que ambos termómetros se encuentren lo más cercanos entre sí.

9.3.4 Verifique que la profundidad de inmersión en ambos termómetros sea la misma.

9.3.5 Espere un tiempo aproximado de 10 minutos para que el baño de temperatura de punto frío alcance y estabilice la temperatura

9.3.6 Realizar tres mediciones diferentes con un intervalo de 5° en cada una de ellas.

9.3.7 Anote las lecturas de temperatura del termómetro a calibrar y del sensor de referencia en la bitácora de trabajo o en la columna de resultados del informe de calibración. Ver anexo I

9.3.8 Retire los termómetros del baño de punto frío y colóquelos en un lugar seguro con la finalidad de que se estabilicen a temperatura ambiente.

9.4 PREPARACION DEL BAÑO DE AGUA

9.4 1 Poner agua en cantidad suficiente para cubrir las dos terceras partes del total del volúmen del baño.

9.4.2 Ajustar la temperatura a medir con el termómetro de referencia, y esperar hasta que se estabilice.

9.4.3 Realizar tres mediciones diferentes con un intervalo de 5° en cada una de ellas.

9.4.4 Anote las lecturas de temperatura del termómetro a calibrar y del sensor de referencia en la bitácora de trabajo o en la columna de resultados del informe de calibración. Ver anexo I

9.5 Realizar los cálculos para determinar exactitud y repetibilidad.

9.6 En caso de que el termómetro sea de inmersión total y no entre completamente en el baño, se deben hacer los cálculos de correcciónes. Ver anexo 2

10. CRITERIO DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

10.1 Elaborar el informe de calibración del instrumento emitiendo el criterio de aceptación y rechazo. (ANEXO 1)

10.2 En caso de acxeptación emitir una etiqueta de color verde en la que se se indique:

Número de codificación
Fecha de calibración
Fecha de próxima calibración
Persona que realizó la calibración

11.- REFERENCIAS

ASTM E-77-1994
ASTM E-1-1989

ANEXO I

I.- Cáculo de corrección para termómetro de inmersión total.

FORMULA

$$CCE = Kn\,(t)/T$$

CCE = Corrección de columna emergente

K = Constante = 0,00016

n = No. de grados de a columna emergente

T = Temperatura de referencia

t = Temperatura de la columna emergente.

CRITERIO

El resultado de la ecuación se suma la lectura de la temperatura en Columna emergente.Este valor no debe tener una diferencia con la temperatura del baño mayor que la división mínima.

ANEXO II

INFORME DE CALIBRACION

Equipo: TERMOMETRO	Localización:	Factor de correción:
Marca: ERTCO	No. de formato:	División mínima: 1°C
Fecha de calibración: 1997 07 01	Modelo: D93 - 567	No. de reporte: 01
Fecha de próxima calibración: 1998 07 02	Intervalo: -20°C a 150°C	

RESULTADOS

Temperatura de referencia °C				Temperatura de prueba °C				Diferencia °C
			X̄				X̄	
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	$\overline{0,0}$
30,8	30,7	30,6		31,0	31,0	31,0	31,0	$\overline{x}$ 31,0

CRITERIO DE ACEPTACION: Ya que la Desviación Standard es 0 es Repetible. La Exactitud es Menor que la División mínima

Instrumento de referencia: Digital Termometer Fisher Scientific N15T Escala Min 0,1°C

Baño de temperatura: ERWEKA-E Nº de Serie 932 712 7

Procedimiento empleado: Estandar de Operación para Calibración de Termómetros

Observaciones: de líquido en Vidrio.

Dictamen:	Realizó:	Verificó:	Autorizó:
Aprobado			

PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE OPERACION

TITULO:	CALIBRACION DE INSTRUMENTOS TIPO VERNIER.		
AREA RESPONSABLE:	LABORATORIO DE METROLOGIA		
SECCION: 0018	REVISION: 000	PAGINA: 1 DE 4	
EMISION: 27-JUN-1997	SUBSTITUYE A: NUEVO		

I. OBJETIVO:

Asegurar que los instrumentos de medición tipo Vernier, se encuentran dentro de los requisitos establecidos, de acuerdo al diplomado de calidad.

II. ALCANCE:

Laboratorio de Metrologia.

III. RESPONSABILIDADES:

Es responsabilidad del personal del laboratorio de metrología asegurar que las mediciones realizadas con instrumentos tipo Vernier cumplen con los requisitos establecidos, de acuerdo al diplomado de calidad.

Asegurar que las calibraciones se efectúan de acuerdo al programa de calibraciones establecido.

Documentar las calibraciones en los formatos correspondientes.

V. FRECUENCIA:

Cada vez que se requiera realizar la calibarción de los instrumentos tipo Vernier.

VI. CONDICIONES AMBIENTALES:

Para realizar las mediciones se requiere que el área de trabajo mantenga una temperatura de 20°C ± 1°C y una humedad relativa máxima de 45%.

VII. PATRONES EMPLEADOS:

Se deberá usar un juego de bloques patrón con la calibración vigente, marca Mitutoyo, clase 2, con 9 bloques de 0.0625" a 2" (Nota: Realizar la conversión a mm).

EMITIO		REVISO		APROBO

VIII. EQUIPO:

a) Equipo general para calibración:

1. Brocha suave.
2. Guantes de algodón.
3. Franela o trapo de algodón, que no desprenda partículas.
4. Alcohol etílico.
5. Aceite mineral.
6. Pinzas de material plástico o recubiertas.

b) Equipo para calibración del instrumento tipo Vernier:

1. Juego de bloques patrón (Ver punto VII).

IX. ACTIVIDADES:

1. Para el correcto manejo de los instrumentos tipo Vernier, especialmente los electrónicos, es necesario referirse al manual de operación.

2. Verificar que el instrumento esté limpio, en buen estado de operación y que la regleta corra libremente; de no ser así, proceder a la limpieza del mismo con el equipo descrito en el paso VIIIa.

3. Verificar que las mordazas sean paralelas y que no tengan deformación; para realizar esto:

3.1 Cerrar totalmente las mordazas.
3.2 Colocar el Vernier contra la luz.
3.3 Verificar que no se filtre ningún haz de luz.
3.4 En caso de que se filtre la luz, reportar al supervisor ya que el instrumento no es apto para calibrarse.
3.5 Reportar los resultados en la bitácora correspondiente.

4. Realizar la limpieza de los bloques patrón con la franela o trapo de algodón, utilizando los guantes de algodón o pinzas.

5 Mantener ambos instrumentos bajo las mismas condiciones ambientales durante 6 horas.

6. Realizar la medición de cada bloque, seleccionándolos de menor a mayor, llevando a cabo un mínimo de 3 mediciones por cada bloque, cubriendo lecturas mínimas y máximas. Tomar los bloques patrón utilizando los guantes de algodón ó las pinzas, sujetándolos de las superficies opacas.

NOTA: Tener especial cuidado en verificar el cero entre cada una de las mediciones.

7. Cerrar cuidadosamente las puntas del Vernier sobre los patrones seleccionados, hasta que tope suavemente.

8. Registrar las lecturas en el formato correspondiente.

9. Al finalizar la calibración, engrasar los bloque patrón con aceite mineral.

X. CALCULOS:

a) Exactitud:

Exactitud = Valor del patrón - Media de las lecturas

b) Repetibilidad:

Repetibilidad = Desviación estándar (σ)

Desviación estándar: Raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones respecto al valor medio, divida entre el número de observaciones menos uno.

$$\sigma = \{ \sum_{i=1}^{n} (Xi - \bar{X})^2 / n - 1 \}^{1/2}$$

Los valores obtenidos, deben ser comparados con el error instrumental y la tolerancia, reportados ambos por el fabricante del instrumento.

Si los resultados obtenidos son menores o iguales a los reportados por el fabricante, el instrumento se considera adecuado para realizar las mediciones.

EMITIO		REVISO		APROBO

X. DOCUMENTACION:

- Reporte de calibración.
- Etiqueta de calibración aprobada.
- Etiqueta de fuera de servicio.
- Bitácora del instrumento.

XI. REFERENCIAS:

- Manual de operación de los instrumentos tipo Vernier. Mitutoyo.
- Norma ISO 3599

XII. ANEXOS:

Formato de informe de calibración.

EMITIO		REVISO		APROBO

INFORME DE CALIBRACION

No. de Informe: _____ Fecha: _____

DESCRIPCION DEL INSTRUMENTO:

Instrumento:	Vernier I	Intervalo de med.:	0" - 1"
Marca:	phase II	División mínima:	0,001
Identificacion:	P1 - 230	Empresa:	N.A.
Modelo:	N.A.	Domicilio:	N.A.
No. de serie:	N.A.	Responsable:	N.A.

INSTRUMENTO DE REFERENCIA:

Instrumento:	GAUGE BLOCK SET	Grado:	2
Código:	516-434	Marca:	MITUTOYO
No. de serie:	094548	Calibración:	94-06-20
SET:	BE1 - 9 - 2	Vencimiento cal.:	95-06-20

No. DE MEDICIÓN	PATRON (mm)								
	1,5875	2,54	3,18	5,08	6,35	7,62	12,7	25,4	50,8
1	0,062	0,100	0.125	0,200	0,250	0,300	0.500	1 000	
2	0,062	0,100	0 125	0.201	0.250	0.301	0 500	1,000	
3	0,063	0 100	0.125	0.201	0.250	0,300	0,500	1,000	
Promedio									
Desv. std.									
Vr-Vp									

Vr = Valor real
Vp = Valor promedio

CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES:

_____

_____

_____

DICTAMEN:

Aprobado: _____
Uso restringido: _____
Fuera de servicio: _____

Responsable: _____ Firma: _____

Fecha de la próxima calibración: _____

PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE OPERACION
CALIBRACION DE MANOMETROS TIPO BOURDON

PROCEDIMIENTO ACM-045	PRIMERA EDICION	SUSTITUYE A NINGUNA
FECHA EMISION 1997 07 01	FECHA REVISION 1998 01 02	PAGINA 1 DE 2

OBJETIVO

Describir el método de calibración de los instrumentos indicadores de presión .

ALCANCE

El procedimiento de calibración aplica a todos los manómetros tipo Bourdon.

CONDICIONES AMBIENTALES

Este instrumento no se ve afectado por variacion en las condiciones del medio ambiente.

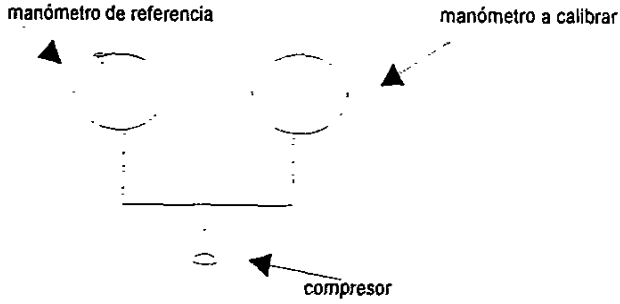
PATRONES

Para la calibración se debe contar con un manómetro tipo Bourdon de referencia con las siguientes características:

a) escala máxima de 10 kgf/cm^2
b) subdivisión mínima de 0,05 kgf/cm^2
c) que cuente con un espejo paralelo a la escala de medición que evite el error de paralaje.
d) la exactitud del manómetro es cuatro veces mayor que la de los manómetros a calibrar.

INSTRUMENTOS Y MATERIAL NECESARIO

a) Compresor de una capacidad de 15 kgf/cm^2
b) Conexiones
c) Llave de paso
d) Válvulas y accesorios
e) Filtro de humedad y de aceite
f) Equipo de seguridad
g) Herramienta que aplique
NOTA: El arreglo de los dos manómetros debe ser en paralelo (esquema)



ELABORO:	REVISO:	AUTORIZO:

OPERACIONES PRELIMINARES

1. Verificar el ensamble adecuado del equipo.
2. Verificar que no existan fugas en el sistema.
3. Verificar la limpieza de los filtros.
4. Verificar que los instrumentos y material necesario estén disponibles.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

1. Determinar la clase de exactitud del manómetro a calibrar, de acuerdo a la siguiente fórmula:

CLASE= división mínima/alcance máximo X 100

2. Selección de los puntos de calibración:
a) Si el valor numérico de la clase es mayor a 1 seleccionar 5 puntos de calibración.
b) Si el valor numérico de la clase es menor a 1 seleccionar 10 puntos de calibración.
3. Incrementar la presión del manómetro hasta la máxima presión del manómetro a calibrar y despresurizar hasta cero.
4. Incrementar la presión en orden progresivo en los puntos seleccionados, posteriormente, despresurizar en orden inverso en los mismos puntos. Realizar ésta operación por duplicado.
5.Calcular la exactitud y repetibilidad :
a) La repetibilidad es la desviación estándar de las mediciones encontradas en el manómetro a calibrar, en cada punto de calibración.
b) La exactitud es igual: valor verdadero-valor promedio de las mediciones en cada punto de la calibración.
6. Determinar el error máximo tolerado de acuerdo a lo siguiente:
a) En el intervalo del 20% al 80% de la escala el EMT es igual a la división mínima.
b) En el intervalo del 0% al 20% y del 80% al 100% el EMT es igual a 2 veces la división mínima.

REPORTE DE CALIBRACION DE MANOMETROS

MANOMETRO: ASHCROFT de inmersión en aceite, capacidad máxima de 7 kg/cm²

FECHA DE CALIBRACION 19970o30 PROXIMA CALIBRACION 19971230

PATRON (kg/cm²)		LECTURAS (kg/cm²)	
ASCENSO	DESCENSO	ASCENSO	DESCENSO
	CORRIDA 1		
1,0	7,0	0,80	7,0
2,0	5,0	1,80	4,90
3,0	3,0	2,80	2,80
5,0	2,0	4,90	1,80
7,0	1,0	7,0	0,80
	CORRIDA 2		
1,0	7,0	0,80	7,0
2,0	5,0	1,80	4,90
3,0	3,0	2,80	2,80
5,0	2,0	4,90	1,80
7,0	1,0	7,90	0,80

CALCULOS

Clase = (división mínima / capacidad máxima)*100

Clase = (0,2 / 7) * 100 = 2,86

Clase 2,86 > 1 por lo tanto tomar 5 puntos a calibrar

Puntos a calibrar (kg/ cm²) = 1,2,3,5 y 7

Repetibilidad = Desviación estándar igual a cero

Exactitud = Valor Real – Valor del promedio de Medic

PUNTO	X	EXACTITUD
1	0,80	0.20
2	1.80	0.20
3	2,80	0.20
5	4.90	0.10
7	7.0	0.00

EMT de 0,0 a 1,4 y de 5,6 a 7,0 kg / cm² es de 0.4

EMT de 1,4 a 5,6 es de 0.2

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Repetibilidad: ya que el valor es cero podemos concluir que el manómetro cumple con repetibilidad.

Exactitud: En la escala de 0% a 20% y del 80% al 100% el EMT es de 0.2 y de 20% a 80% es de 0.4 debido a que nuestros datos de exactitud no sobrepasan a los valores de EMT podemos decir que el manómetro cumple con la exactitud.

ELABORO: Martha Angelica Zúñiga Cortés, Ezequiel González Ferrel, José Manuel Orizaba Coss, Saúl Oscar Arechi Salmon, Lorenzo Galicia Pérez, Gustavo Luna Ramírez

VoBO:

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE OPERACIÓN

TITULO:CALIBRACION DE BASCULAS Y BALANZAS

PROCEDIMIENTO	EDICIÓN	FECHA EMISIÓN	SUSTITUYE A	FECHA SIG. REVI.	PAGINA
PEOC-109-97	1ª	JUNIO 97	NINGUNA	JUNIO 99	1/4

ELABORADO POR	REVISADO POR:	AUTORIZADO POR:
Q. R. L. R.	IA. R. G. S.	LAE. L. C.

1.- OBJETIVO

Implementar un método para efectuar la calibración de básculas, balanzas analíticas y granatarias, utilizando patrones de masa calibradas.

2.- RESPONSABILIDADES:

2.1 Es responsabilidad del área de Validación, realizar la calibración de básculas, balanzas analíticas y granatarias periódicamente, así como el reporte correspondiente.

2.2 Es responsabilidad de los Jefes de las áreas de Producción, de Control Químico, Control Biológico y Aseguramiento de Calidad, verificar que se cumpla este procedimiento de acuerdo al programa de calibración.

3.- INFORMACION GENERAL

La calibración de básculas y/o balanzas, se define como un conjunto de operaciones que establecen bajo condiciones específicas, la relación entre los valores indicados por la misma y los valores conocidos correspondientes de una magnitud determinada o bien como la determinación del valor de los errores de la báscula y/o balanza, mediante un patrón de referencia de valor conocido en una magnitud determinada.

Para fines internos, se define como **Balanza** al instrumento de pesaje con una capacidad máxima de hasta 200 g y como **Báscula** al instrumento de pesaje con capacidades mayores a 200 g.

La repetibilidad de la balanza se define como la aptitud para dar, dentro de condiciones de utilización definidas, respuestas muy próximas durante la aplicación repetida de una señal de entrada.

La exactitud de la balanza, es su aptitud para dar indicaciones próximas al valor verdadero de una magnitud medida.

4.- CONDICIONES AMBIENTALES:

Para realizar la calibración el equipo debe encontrarse físicamente en un cuarto de un solo acceso, alumbrado con luz artificial, con temperatura y humedad controladas, sobre una mesa con poca transmisión de vibración anclada al piso ó pared y lejos de ventanas y puertas.

5.- MATERIAL Y PATRONES EMPLEADOS:

5.1 Patrones: marco de masas calibrado, adecuado para el instrumento.

5.2 Materiales: Lienzo de algodón o espontela limpia, alcohol, brocha o pincel de pelo suave, pinzas y guantes de algodón ó de cirugano.

6.- OPERACIONES PRELIMINARES:

6.1 Limpie cuidadosamente los patrones de referencia tomandolos con las pinzas adecuadas, utilizando algodón o espontela limpios, humedecidos con alcohol etílico.

6.1 Con el lienzo de algodón o espontela humedecidos con alcohol etílico, limpie el receptor de carga, *eliminando el excedente de polvo así como los interiores del instrumento, procurando no dejar partículas en su interior.*

7.- PROCEDIMIENTO:

7.1 Al concluir la limpieza, verifique antes que nada que el instrumento se encuentre nivelado y sobre una superficie uniforme y libre de vibraciones.

7.1.1 En caso de que el instrumento sea eléctrico ó electrónico conecte el instrumento a la red eléctrica, dejando que se estabilice *su funcionamiento por espacio de 30 minutos.*

7.1.2 Ajuste a ceros el instrumento, verificando el nivel de burbuja ó cualquier otro dispositivo de nivel.

7.2.- *Prueba de Linealidad o Exactitud*

7.2.1 Determine el alcance máximo y mínimo del instrumento. Seleccione como peso base 1/10 del alcance máximo.

7.2.2 Coloque la masa de menor peso (1/10 del alcance máximo) al centro del dispositivo receptor de carga, espere de 5 a 10 segundos para que se estabilice la lectura. Anote el resultado en el reporte correspondiente

7.2.3. Retire la masa de la balanza, la cual debe indicar cero después de haber retirado esta, coloque ahora la masa que sigue en peso a la anterior (la inmediata superior), deje que se estabilice y anote la lectura. De la misma forma, realize las demás lecturas, hasta llegar a la masa de mayor peso. En instrumentos nuevos deben seleccionarse 10 puntos de calibración y 5 puntos para instrumentos en uso, los cuales deben incluir el *punto mínimo, medio y máximo.*

7.2.4 Al terminar, inicie la prueba comenzando ahora con la masa de mayor peso y terminando en cero. Esto se considera una corrida. Realice un total de dos corridas y saque promedio.

7.2.5. El error instrumental es igual a la lectura del equipo menos el valor real de la medida.

$$EI = VR - \bar{L}$$

EI = Error Instrumental
L = Promedio de lecturas
VR = Valor Real

7.2.6. Para establecer el criterio de los errores máximos tolerados (EMT), consultar el anexo 1.

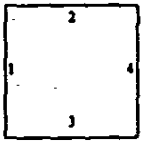
7.2.7. Reporte los resultados de cada una de las pruebas, en el formato del anexo 2.

7.3.- *Prueba de Excentricidad:*

7.3.1 Seleccione una masa correspondientes a ½ ó a 1/3 del alcance máximo.

7.3.2 Repita la operación como se indica en el punto 7.1.2.

7.3.3 Coloque la masa de la siguiente manera, llevando a cero entre mediciones:



7.3.4 Tome la lectura en cada punto, así como su posición (según esquema) y calcule la diferencia entre la pesada del centro y las registradas en las posiciones del esquema.

7.3.5. Reporte los resultados de cada una de las pruebas, en el formato del anexo 3.

7.4.- *Prueba de Repetibilidad:*

7.4.1 Seleccione las masas correspondientes a ½ del alcance total y al alcance máximo.

7.4.2 Repita la operación como se indica en el punto 7.1.2.

7.4.1 Coloque individualmente cada una de las masas elegidas, llevando a cero entre mediciones. Realice 10 lecturas para cada masa. Las lecturas se hacen cuando el instrumento está cargado y descargado entre pesadas. Si el instrumento no lee exactamente el cero se anota la desviación para tomarla en cuenta al hacer los cálculos. Obtenga el promedio y la desviación estándar.

7.4.3. Reporte los resultados de cada una de las pruebas, en el formato del anexo 4.

7.4.4. Si la calibración es por parte de un servicio externo, solicite informe de calibración de marco de masas, informe de calibración de la báscula a la que se le realiza el servicio y etiqueta de calibración para el equipo.

8.- REFERENCIAS:

GARCIA ORTEGA ALEJANDRO .Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesar de bajo alcance de medición de la Metrología. Febrero, 1990 No. 4 Pág. 2-4

FRITZ. Quimica Analitica Cuantitativa. De. Limusa, 3a. Edición 1979 Pág. 593-611

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-010-SCFI-1994
(Instrumentos de Medición) Instrumentos para pesar de funcionamiento no automático. Requisitos Técnicos Metrológicos.

3.4. FACTORES DE INFLUENCIA QUE GENERAN ERRORES

3.4.1. AMBIENTALES

Para el correcto uso y funcionamiento de los instrumentos de medición dimensional, se deben mantener a una temperatura de 20°C y una humedad relativa máxima del 45%.

- Temperatura

  Debido a que los materiales utilizados (aceros y cristales) tienen un tratamiento térmico especial y procesos de envejecimiento *efectivo para* minimizar al máximo sus cambios dimensionales, están calibrados y referidos a una temperatura de 20°C ± 1°C, por lo que su utilización a una temperatura diferente, implica correcciones por dilataciones o contracciones térmicas de los materiales. En particular en la ciudad de México es recomendable mantener controlada la temperatura en los laboratorios donde se realizan las mediciones debido a las diferentes temperaturas ambientales que se tienen a las diferentes horas del día.

- Humedad

  Una humedad superior al 45% HR, provoca en los materiales de los instrumentos óxidos de corrosión, afectando sus propiedades de reflexión y adherencia.

3.4.2. INSTRUMENTALES

Los instrumentos de medición llegan a las manos del usuario u operador con un cierto error (de exactitud) *informado* por el fabricante, este error se debe considerar y se incrementa con el uso a causa de las imperfecciones y deformaciones mecánicas.

- Imperfecciones mecánicas:
  Son debido a que los materiales utilizados en su fabricación no tienen acabados perfectos y generan fuentes de error como: defectos de rectitud, de forma, de alineamiento y de centrado.

- Deformaciones mecánicas:
  Son debidas al sistema mecánico por el cual funciona cada instrumento y al desgaste que sufren estos sistemas con el uso y el tiempo, aunque no todos los instrumentos presentan todas estas deformaciones, pueden presentar una o dos de las siguientes fuentes de error.

- Deformaciones elásticas: Compresión general, compresión local, flexión, torsión

- Deformaciones permanentes: (Desgaste, envejecimiento)

3.4.3. PERSONALES

Los errores de medición personales son naturalmente inevitables, pero pueden disminuirse mediante la práctica, de tal modo que el operador en su función de medir deberá tener cuidado de incurrir en ellos en el menor grado posible.

Los errores principales que puede cometer un operador capacitado son:

- Error de paralaje:

Son debido a la posición del operador al hacer la lectura.

- *Error de presión:*

Son debidos a la presión excesiva o falta de ésta y ocurren cuando el instrumento no está previsto de un mecanismo que la regule.

- Error de posición:
  Son debidos a la mala colocación del instrumento dentro de un arreglo de medición o al colocarlo en la pieza para tomar la medida.

3.5. EJEMPLO APLICADO A LA MEDICIÓN DE MASA.

Entre 1770 y 1779 Lavoisier y Havy junto con Lefeure-Gineau y Fabronni determinaron la masa de un decímetro cúbico de agua a 4°C al cual dieron el nombre de "grave", posteriormente a este valor se le llamó "kilogramo" (kg), unidad fundamental del sistema Internacional .

- **Masa:**

La caracteriza la cantidad de materia en los cuerpos y es una medida de las propiedades inerciales y gravitacionales de éstos.

- **Peso:**

El peso de un cuerpo se denomina como la fuerza con la cual es atraído por la tierra.

En 1884 en Londres la Empresa Johnson Matthey, fabrica cuarenta cilindros kilogramo patrón de Platino-Iridio, los cuales fueron diseminados en 1889 a diferentes países del mundo, el número 21 correspondió a México. Este patrón se encuentra en el Centro Nacional de Metrología (CENAM) y se ha verificado en tres ocasiones (1913, 1954, 1989), en las cuales se ha observado una variación en la masa del prototipo de 0,002 mg.

Prototipo No. 21, Valor original 1Kg + 0.063 mg

De 1929 a 1974 se fabricaron veintitrés prototipos más para ser repartidos a otras naciones.

Con el objeto de poder determinar la masa de cualquier tipo de cuerpo, se ha tenido la necesidad de crear múltiplos y submúltiplos de la unidad, representados en forma de masas patrón. Por ejemplo; para la década de 100 g a 1 kg es: 100g, 200g, 200g y 500g.

3.5.1. BALANZA:

La balanza es el instrumento mecánico utilizado para medir la masa de un objeto determinado, la cual determina la fuerza ejercida por éste en el campo de gravitación terrestre.

En todo proceso de medición se tienen diferentes necesidades de determinación de masa, dentro de diferentes intervalos y diferentes exactitudes, por lo que es importante considerar y evaluar dichas necesidades para determinar el tipo de balanza que se requiere.

La balanza es un instrumento muy delicado por lo que el operador debe estar capacitado y tener extrema precaución para su uso y operación. Las balanzas se clasifican bajo diferentes criterios, el tipo de balanza dependerá del tipo de objeto y la exactitud que se desee:

1) Principio de medida física.
2) Clase de exactitud.
3) Tipo de funcionamiento.
4) Indicador.
5) Equilibrio.
6) Dispositivo medidor de carga.
7) Receptor de carga.

Todas las balanzas independientemente del tipo de que se trate debe poseer las siguientes cualidades metrológicas:

- Exactitud.
- Repetibilidad.
- Excentricidad.
- Movilidad.
- Sensibilidad.

3.5.2 RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE UNA BALANZA ANALÍTICA

- Habitación con un solo acceso y poca vibración.
- Mantener temperatura constante
- Controlar la humedad relativa entre 45 y 60%.
- Recomendable que la iluminación sea artificial.
- La mesa sea de piedra o granito para evitar el movimiento.
- Mesa con poca transmisión de vibraciones y protegida de electricidad.

3.5.3. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE UNA BALANZA ANALÍTICA

1.- Pesar cuidadosamente y en poco tiempo.
2.- Dar 30 minutos de calentamiento a la balanza.
3.- Debe aparecer cero en el indicador.
4.- Utilizar pinzas largas para manipular el material.
5.- Abrir la ventanilla de la cámara sólo en caso necesario.
6.- Retirar la carga del platillo lo antes posible.
7.- No usar recipientes de plástico o vidrio si la humedad es menor del 30%.
8.- Temperatura del recipiente y carga similar a la ambiental y centrar la carga en el platillo.

9.- Limpieza de la cámara de pesada, platillo y recipiente.

3.5.4. PRINCIPALES FUENTES QUE CAUSAN ERROR EN UNA BALANZA

I. PERSONALES

Los errores personales regularmente se dan por falta de capacitación de los usuarios, los cuales pueden recurrir en errores como:

- Manipulación incorrecta de la carga.
- No tener en cero la balanza antes de la medición.
- Medir con la compuerta abierta.
- Derrame de sustancias sobre el platillo.
- No usar contenedores adecuados.
- Cargar sustancias con electricidad estática
- Falta de calibración de la balanza antes de comenzar a usarla.

II. AMBIENTALES

- Cuando existe una diferencia de temperatura entre la carga y el ambiente se pueden producir corrientes de aire a lo largo del recipiente, lo que provoca que la indicación del peso varíe de forma continua en un sentido.
  Esto se puede evitar, aclimatando la carga, tomando la muestra con pinzas y no tocando la cámara de pesada con las manos para no calentarla; elegir recipientes con poca superficie.

- Cuando la temperatura no es constante el recipiente se carga con electricidad estática y se presentan diferentes lecturas en cada pesada. El resultado se reproduce mal.

Esto se puede evitar desviando o apantallando la electricidad estática, aumentando la humedad del aire mediante un evaporador o colocando el recipiente dentro de otro recipiente metálico.

Este fenómeno también se puede presentar cuando la humedad relativa del ambiente no está controlada, ya que puede haber una absorción o desprendimiento de la humedad de la carga.

III. INSTRUMENTALES

Estas se pueden deber a casos como:

- Una balanza descalibrada.
- Vencimiento de los resortes.
- Pérdida de excentricidad de la balanza.
- Defectos en el platillo.
- Mala nivelación de la misma.

Para evitar este tipo de errores es necesario tener un programa de calibración (requerimiento ISO 9000 punto 4.11), en el cual se deben contemplar este tipo de desviaciones y deberán estar reportados los resultados en el informe de calibración del equipo.

3.6. ESTADÍSTICA EN METROLOGÍA

3.6.1. APLICACIONES DE ESTADÍSTICA Y CARTAS DE CONTROL

Para tener una idea de cómo se relacionan entre sí un conjunto de datos, no es suficiente identificar su tendencia central; es necesario, además, examinar qué tanto difieren entre sí, esto es, qué grado de dispersión existe entre ellos.

La variación existe porque casi todos los elementos que participan en una medición no son exactamente iguales todas las veces que ésta se realiza; por ejemplo:

- El personal que la realiza no todas las veces hace las cosas igual.

- Los instrumentos con que ser realizan las mediciones sufren desgastes, descalibraciones, etc.

- En algunos procesos de medición las variaciones del medio ambiente afectan el resultado de los mismos (humedad, temperatura, etc.).

- Los métodos o procedimientos con que se llevan a cabo las mediciones tampoco son iguales todas las veces.

Si los elementos que participan en la medición tienen variaciones, los resultados de ésta también las tendrá, por lo que se establecen indicadores cuantitativos de esta variación y se les conoce como medidas de dispersión o medidas de variación.

Las medidas más utilizadas son:

- El rango.
- La varianza.
- La desviación estándar.

- El rango

Consiste en identificar el valor más alto y el valor más bajo de una muestra y restarlos, la diferencia (sin importar el signo) es lo que se conoce como rango y se denota con la letra R, su fórmula es:

$$R = X_{MAYOR} - X_{MENOR}$$

El rango nos dice la variación total que se presentó.

- **La varianza**

Es una medida de dispersión que indica la desviación de los valores de la muestra con respecto al valor medio.

Es la suma de los cuadrados de las desviaciones de las observaciones, respecto al valor medio, dividida entre el número de desviaciones menos uno.

$$S^2 = \frac{\sum^{n} (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

- **Desviación Estándar**

Es la raíz cuadrada de la varianza y se utiliza para indicar el grado de concentración de los datos alrededor del centro (media)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

- **Media**

Es la tendencia central de las observaciones y se calcula con la suma de todos los valores entre el número de los mismos y se denota $\bar{X}$

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Existe una serie de métodos estadísticos para conocer el comportamiento de una serie de datos o mediciones de los cuales tenemos por ejemplo, el uso de cartas de control.

- Diagramas de distribución.
- Gráfico de Rangos.
- Histogramas.
- Gráficos de Pareto.
- Control estadístico de Procesos.

Utilizando alguna de estas herramientas en las mediciones de objetos o productos, se puede conocer el grado de desviación de las especificaciones, así como el buen funcionamiento de un instrumento de medición.

Los métodos estadísticos se utilizan generalmente para detectar causas de variación que puedan afectar las mediciones, una vez detectada se procede a eliminarlas para lograr una mayor confiabilidad en las mediciones que se realizan.

Usando métodos estadísticos se pueden analizar propiedades de los instrumentos como:

- **La repetitividad:**

Es el acuerdo entre mediciones repetidas de la misma propiedad, realizadas por el mismo analista, usando el mismo instrumento y el mismo método.

- **La estabilidad:**

Se conoce cuando una serie de mediciones que se repiten en diferentes tiempos o momentos sobre el mismo material o sustancia; por el mismo analista y usando el mismo método.

- **Linearidad:**

Se denomina linearidad a las condiciones donde las mediciones repetidas son realizadas en el extremo de los intervalos de medición, por el mismo analista y usando el mismo método. La pérdida de linearidad del instrumento se puede deber a los siguiente:

- Mala calibración del instrumento
- Falla en las partes internas

- **Reproducibilidad:**

Es la variación en promedios de mediciones realizadas por diferentes analistas, cuando se mide la misma variable en el mismo material, sobre el mismo instrumento y usando el mismo método.

Cuando no existe reproducibilidad en el desempeño de un equipo se atribuye generalmente a la falta de entrenamiento o técnicas adecuadas de medición.

3.6.2. CARTAS DE CONTROL

Una carta de control es un medio gráfico para monitorear un parámetro que se mide con regularidad con el fin de detectar cambios en un sistema analítico. El método de cartas de control requiere de datos obtenidos en mediciones individuales o en condiciones que permitan agrupar los datos en conjuntos; es importante mencionar que las cartas de control están dirigidas a información cuantitativa, obtenida de características medibles de un material o producto fabricado.

Este método estadístico se aplica a dos problemas principalmente:

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

1) Para verificar que los datos obtenidos poseen condiciones semejantes.

2) Observar un proceso con el fin de poder investigar las causas de un comportamiento anormal.

4. PROBLEMAS DE LA METROLOGÍA

4.1. LIMITANTES DE LA METROLOGÍA

La metrología a pesar de ser un pilar en todo sistema de aseguramiento de calidad; tiene limitantes que aún no han sido contemplados en este tan importante campo.

Para algunas empresas, la metrología no cubre todo su sistema de medición de las especificaciones de sus productos para asegurar la calidad de los mismos. Por ejemplo, la empresa que produce productos alimenticios basa muchas de las mediciones en pruebas sensoriales (anteriormente llamadas organolépticas) como lo son el sabor, el olor, etc., especificaciones que regularmente se reportan como características del producto que se trata, estas pruebas podríamos decir, que son netamente de carácter cualitativo y la metrología está basada en sistemas cuantitativos.

Otro tipo de empresas que encuentran limitaciones en la metrología, son aquellas en las que las especificaciones de sus productos se miden por referencias comparativas de patrones específicos (plantillas, etc.), o incluso algunas que basan las especificaciones en medidas de uso común, un ejemplo de éstas lo tenemos en la industria del vestido y en la industria del zapato, que miden sus especificaciones por tallas, para las cuales la metrrología no tiene un sistema específico.

4.2. DIFICULTADES DE IMPLANTACIÓN

En la implantación del sistema de medición en el cual se utilicen unidades normalizadas del Sistema Internacional, se pueden presentar una serie de problemas que obstaculicen el proceso de la implantación, esto se debe a que intervienen una serie de factores que por lo tradición están muy arraigados y su eliminación requiere de la concientización y el convencimiento de todo el personal, no sólo del que realiza las mediciones, sino también del personal administrativo de la organización; algunos de estos problemas suelen ser:

- **La Cultura:**

Todo cambio en una organización provoca un cierto ambiente de inseguridad o incertidumbre, por lo que en ocasiones es difícil aceptarlo, pero si nos concientizamos en que todo cambio está encaminado a la mejora de los sistemas o productos, nos será más fácil romper con esta creencia y poder *iniciar el proceso de implantación.*

Otra dificultad se puede ocasionar porque estamos acostumbrados a utilizar unidades de sistemas comerciales y que no pertenecen al Sistema Internacional (por ejemplo, el sistema Inglés), y/o unidades que son de uso común (por ejemplo, litro, tonelada, minuto, hora, día, etc.).

Sabemos que las unidades que no pertenecen al Sistema Internacional de Medidas, deben tener un uso bastante limitado y si es posible evitarlas definitivamente, pero con esto se puede presentar otro tipo de problemas como puede ser la adquisición de instrumentos que realicen mediciones basadas en el Sistema Internacional que en algunas ocasiones suele ser más difícil y en algunas otras cuando el instrumento que se requiere es de características especiales es todavía más difícil y bien su costo es mucho mayor, así como el tiempo en el cual el proveedor proporcione el instrumento, suele alargarse considerablemente.

4.3. CAPACITACIÓN EN METROLOGÍA

Definitivamente la capacitación juega uno de los papeles más importantes en la implantación de un sistema de medidas, basado en las normas *Internacionales* ya que no sólo nos dará los medios para conocer dichas normas, sino que también nos ayudará a la comprensión de las mismas y a su vez, nos llegará al convencimiento de la importancia que tienen. Mientras más capacitado esté el personal, no sólo en la operación de los instrumentos de medición, sino también en la aplicación de técnicas, lecturas de medidas y conocimiento del significado de las mismas, más podrá aportar para el mejoramiento del sistema de calidad.

Es importante que en el programa general de capacitación de la empresa exista un espacio específico para capacitación del personal en metrología, ya que es un espacio que en algunas empresas se ha olvidado y un alto porcentaje de la operación y análisis de calidad se hace con medios metrológicos.

5. UNIDADES USUALES NO NORMALIZADAS

5.1. UNIDADES QUE NO SON DEL SI.

Existen algunas unidades que no pertenecen al SI, pero son de uso común por diversas razones, la CGPM las ha clasificado en tres categorías:

- Unidades que se mantienen
- Unidades que se toleran temporalmente
- Otras unidades
-

a) Unidades que se mantienen:

Son unidades de amplio uso, por lo que se considera apropiado conservarlas para emplearlas conjuntamente con las unidades SI. Estas unidades se citan en el (Anexo 3).

b) Unidades que se toleran temporalmente:

Son unidades cuyo empleo debe evitarse, se mantiene temporalmente, pero se recomienda no emplearlas conjuntamente con las unidades SI. (Anexo 4)

c) Otras unidades:

Existen otras unidades que no pertenecen al SI, que tienen todavía cierto uso, algunas de ellas derivadas del sistema CGS, dichas unidades no corresponden a ninguna de las categorías antes mencionadas y el Comité Internacional de Pesas y Medidas, considera que es en general preferible evitar su uso, en

virtud de que hacen perder coherencia del SI, por lo que se recomienda usar en su lugar las unidades respectivas del SI. (ANEXO 5)

5.2. RECOMENDACIONES

El Sistema Internacional de Unidades (SI) fue adoptado por los países miembros de la Convención del Metro, de la cual México es miembro desde 1890, con el propósito de establecer un lenguaje universal, común y racional para la expresión de los resultados de las mediciones.

La utilización de dicho conjunto de unidades ofrece muchas ventajas por lo que se considera muy conveniente que las áreas industriales que manejan unidades diferentes se anticipen al cambio, tomando conciencia de que la adquisición de maquinaria y tecnología que no tengan la versatilidad apropiada para la producción de bienes en unidades SI, puede a corto plazo quedar obsoleta, en virtud de que no será aceptable ni a nivel internacional, ni a nivel nacional.

Se recomienda también que en todos los niveles de enseñanza y capacitación se hagan esfuerzos para la difusión y comprensión apropiada del SI, motivar el cambio hacia ese sistema y pugnar por el abandono gradual de unidades diferentes en las actividades cotidianas.

ANEXO 1

UNIDADES DERIVADAS DEL SI QUE TIENEN NOMBRE Y SIMBOLO ESPECIAL

MAGNITUD	NOMBRE DE LA UNIDAD SI DERIVADA	SIMBOLO	EXPRESION EN UNIDADES SI DE BASE	EXPRESION EN OTRAS UNIDADES SI
FRECUENCIA	HERTZ	Hz	s-1	--
fuerza	newton	N	m.kg.s-2	--
presion	pascal	Pa	m-1.kg.s-2	N/m2
trabajo-energia	joule	J	m2.kg.s-2	N,m
potencia	watt	W	m2.kg.s-3	J/s
carga elect.	Coulomb	C	s.A	--
Dif. De pot.	volt	V	m2.kg.s-3.A-1	W/A
cap. elect.	Farad	F	m-2.kg-1.s4.A2	C/V
Resist. Elect.	Ohm	O	m2.kg.s-3.Aa-2	V/A
Conductancia electrica	siemens	S	m-2.kg-1.s3.A2	A/V
flujo magnetico	weber	Wb	m2.kg.s-2-A-2	V.s
inducccion magnetica	tesla	T	kg.s-2.A-1	Wb/m2
inductancia	henry	H	m2.kg.s-2.A-2	Wb/A
flujo luminoso	lumen	lm	cd.sr	--
luminosidad	lux	lx	m-2.cd.sr	lm/m"
actividad nuclear	becquerel	Bq	s-1	--
dosis absorvida	gray	Gy	m2.s-2	J/kg
temperatura celcius	grado celcius	°C	--	°K
equivalente de dosis	sievert	Sv	m2.s-2	

UNIDADES	SI	
superficie	metro cuadrado	m2
Volumen	metro cubico	m3
Velocidad	metro por segundo	m/s
Aceleracion	metro por segundo al cuadrado	m/s2
Concentracion	mol por metro cubico	mol/m3

ANEXO 2

PREFIJOS PARA FORMAR MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS

NOMBRE	SIMBOLO	VALOR
exa	E	10^{18}= 1 000 000 000 000 000 000
peta	P	10^{18}= 1 000 000 000 000 000
tera	T	10^{12}= 1 000 000 000 000
giga	G	10^{9} = 1 000 000 000
mega	M	10^{6} = 1 000 000
kilo	k	10^{3} = 1 000
hecto	h	10^{2} = 100
deca	da	10^{1} = 10
deci	d	10^{-1} = 0.1
centi	c	10^{-2} = 0,01
mili	m	10^{-3} = 0,001
micro	m	10^{-6} = 0,000001
nano	n	10^{-9} = 0,000 000 001
pico	P	10^{-12}= 0,000 000 000 001
femto	f	10^{-15}= 0,000 000 000 000 001
atto	a	10^{-4};= 0, 000 000 000 000 000 001

ANEXO 3

UNIDADES QUE NO PERTENECEN AL SI, QUE SE CONSERVAN PARA USARSE CON EL SI.

MAGNITUD	UNIDAD	SIMBOL O	EQUIVALENCIA
tiempo	minuto hora dia	min h d	60s 1h=60min=3 600 s 1d=24 h =86 400 s
ángulo	grado minuto segundo	° ' "	(ii/180) rad (ii/10 800) rad (ii/648 000) rad
volumen	litro	I,L	10^{-3} m^3
masa	tonelada	t	10 kg
trabajo,energia	electrovolt	eV	1,602189 2X10^{-19}
masa	unidad de masa atomica	u	1,660 565 5 X10^{-27} kg

ANEXO 4

UNIDADES QUE NO PERTENECEN AL SI QUE PUEDEN USARSE TEMPORALMENTE CON EL SI.

MAGNITUD	UNIDAD	SIMBOLO	EQUIVALENCIA
superficie	área hectárea barn	a ha b	10^2 m2 10^4 m2 10^{-28} m2
longitud	angstron	A	$1X10^{-10}$ m2
longitud	milla marina	--	1852 m
presión	bar	bar	10^5 Pa
velocidad	nudo	--	(1852/3600) m/s
dosis de rad,	rontgen	R	2.58 X 10^{-4} C/kg
dosis absorvida	rad	rad(rd)	10^{-2} Gy
radioactividad	curie	Ci	3.7 X 10^{10}
aceleracion	gal	Gal	10^{-2} m/s2
equiv. De dosis	rem	rem	10^{-2} Sv

ANEXO 5

EJEMPLOS DE UNIDADES QUE NO DEBEN UTILIZARSE

MAGNITUD	UNIDAD	SIMBOLO	EQUIVALENCIA
longitud	fermi	fm	10^{-15} m
longitud	unidad X	unidad X	1,002 x 10 nm
volumen	stereo	st	1 m3
masa	quilate métrico	CM	2 X 10^{-4} kg
fuerza	kilogramo-fuerza	kgf	9,80665 N
presión	toor	--	133,322 Pa

6. CONCLUSIONES

En la implantación de un sistema de metrología se requiere del convencimiento y la participación de todo el personal de la empresa, en donde es de vital importancia la capacitación contínua del mismo.

La capacitación en términos de metrología no solo debe abarcar el conocimiento de las unidades del SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS, sino del dominio y la aplicación de éste como único sistema de medidas usadas en la empresa, esto al principio puede provocar una serie de problemas debido principalmente a la falta de costumbre o por la dificultad que puede tener el adquirir los instrumentos y equipos que realicen sus medidas en estas unidades, pero ya que a medida que las empresas están adoptando éste sistema, los equipos e instrumentos van siendo más comerciales, por lo que podríamos pensar que las empresas que no se han convencido de efectuar estos cambios pronto podrían quedar obsoletas en sus sistemas de medición.

Día a día son más las empresas que están cambiando sus sistemas de medición, Un ejemplo muy claro lo tenemos al ver que las empresas de los Estados Unidos que es el país donde el sistema inglés dominada en un 100%, ahora algunas están ambiando sus sistemas de medición al sistema internacional, ya que se han dado cuenta que éste cambio se esta operando acabo a nivel mundial, donde muchas empresas europeas ya se rigen bajo este sistema.

En México existe todavía en un alto porcentaje una dependencia de los sistemas de medidas diferentes del Sistema Internacional, principalmente del Sistema Inglés, esto es debido a que los instrumentos y equipos que se utilizan generalmente realizan sus mediciones utilizando éste sistema, lo que ha provocado que se adquiera una cultura en las empresas al usar estas unidades de medida, es así por lo que es muy común escuchar por ejemplo el hablar de libras por pulgada udrada y no es pascales que sería la unidad del Sistema Internacional para medidas de presión.

Es importante mencionar que para la certificación de un Sistema de calidad bajo los estándares ISO 9000 no se estipula que el sistema meteorológico de la empresa se realice en unidades del Sistema Internacional, pero es importante que las medidas que se realizan sean dentro de un sistema que se está adoptando cada día más en todo el mundo, para esto cabe también recordar que los organismos de verificación de patrones internacionales realizan sus mediciones en unidades del Sistema Internacional, pero si el cambio es con el sólo objetivo de certificarse no se pueden esperar los mismos beneficios que se obtienen cuando el cambio es con el propósito de ser mejor cada día y con el convencimiento de la mejora continua para tener el control total de las mediciones que se realizan en la empresa, ya que la calidad de los productos y/o servicios que se ofrece se basa principalmente en el cumplimiento de los requisitos del mismo, es importante que las mediciones que se realicen tanto a productos como a materias primas ó materiales que se utilizan, cuantas con un alto grado de confiabilidad.

Recordemos que mientras más confiables sean nuestras mediciones más oportunidad tendremos de encontrar áreas de oportunidad para avanzar hacia una mejora continua, y no caer en el engaño de creer que estamos bien por el hecho de estar realizando mediciones erróneas sin darnos cuenta; es importante calibrar nuestros equipos y saber con certeza y confiabilidad lo que se esta midiendo, esto es, tener calidad en las mediciones y por lo tanto Calidad en nuestros productos.

GLOSARIO

METROLOGÍA: Campos de los conocimientos relativos a las mediciones. La metrología incluye todos los aspectos tanto teóricos como prácticos que se relacionan con las mediciones cualquiera que sea su nivel de exactitud y en cualquier campo de la ciencia y de la tecnología.

CALIBRACIÓN: Es la determinación de los errores en la medición de un instrumento determinado comparándolo contra un instrumento, equipo o material de referencia de exactitud mayor con errores conocidos.

AJUSTE: Es la disminución cuando es posible de los errores encontrados en la calibración de un instrumento determinado.

EXACTITUD DE MEDICIÓN: Proximidad de concordancia entre el resultado de una medición y el valor (convencionalmente) verdadero de la magnitud medida.

REPETITIVIDAD DE MEDICIONES: Proximidad de concordancia entre resultados de mediciones sucesivas del mismo mensurado efectuadas con la aplicación de la totalidad de las siguientes condiciones: Mismo método de medición, mismo observador, mismo instrumento de medición, mismo lugar, mismas condiciones de uso, repetición en períodos cortos.

MEDICIÓN: La medición es una técnica por medio de la cual asignamos un número a una propiedad física, como resultado de una comparación de dicha propiedad con otra similar tomada como patrón la cuál se ha adoptado como unidad.

PATRON: Medida materializada, aparato de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o varios valores conocidos de una magnitud para transmitirlos por cooperación a otros instrumentos de medición.

MATERIAL E REFERENCIA: Material o substancia de gran estabilidad donde una o más de sus propiedades están suficientemente definidas para permitir su utilización en la calibración de un instrumento de medición, en la evaluación de un método o en el establecimiento de escalas de valores para la determinación de parámetros de medida.

TRAZABILIDAD: Es la habilidad de relacionar resultados de mediciones individuales (mediante documentación) realizadas con un instrumento de medición, con los patrones nacionales o sistemas de medición aceptados nacionalmente, a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones.

ACREDITAMIENTO: Acto mediante el cual la Secretaría de Industria y Comercio reconoce organismos nacionales de normalización, organismos de certificación, laboratorios de prueba y de calibración y unidades de verificación, para llevar acabo las actividades a que se refiere ésta ley.

CERTIFICACIÓN: Procedimiento por el cual se asegura que un producto, proceso, sistema o servicio se ajusta a las normas, lineamientos o recomendaciones de organismos dedicados a la normalización nacional e internacional.

ERROR DE MEDICIÓN: Resultado de una medición menos el valor (convencionalmente verdadero de la magnitud medida.

INCERTIDUMBRE: Estimulación que caracteriza el intervalo de valores dentro de los cuales se encuentra el valor verdadero de la magnitud MEDIDA.

PERIODICIDAD: Se refiere al intervalo de calibración asignado para cada instrumento o equipo (ésta podría ser desde 3 meses hasta 2 años). Otra forma de expresarlo es con el término "Ciclo de Calibración", se aplica como cuantas calibraciones van a realizarse a lo largo del año. Debemos conocer la exactitud de cualquier equipo usado en cualquier situación metrológica. Debido a que la respuesta de casi todo instrumento de medición se degrada con el tiempo o el uso del mismo, la exactitud esperada debe relacionarse con un período dado.

BIBLIOGAFIA.

-Ley Federal sobre Metrología y Normalización.SCFI Mayo 1997. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de Mayo de 1997.

-Norma Oficial Mexicana NOM-008 SCFI 1993.Sistema General de Unidades de Medida. Diario Oficial de la Federación 14 de oct. 1993.

-Granados Rosas Elizabeth."Sistema de Calidad y Función Calidad en una Empresa Grande Perteneciente a una Corporación" Tesis UNAM 1995.

-Ramirez Marquez Lorena Gladys."Estudio de la Importancia de la Participación de la Iniciativa Privada en las Actividades de Normalización". Tesis UNAM 1997.

- Manual Curso "Aseguramiento de Calidad en Laboratorios Analíticos" CENAM 1995.

-Laboucheix Vincent."Tratado de la Calidad Total" Tomo I Editorial Ciencias de CDN. Madrid 1992.

- Boletin Informativo "Por la Competitividad de la Industra Mexicana en el Siglo XXI" Editado por CENAM, Marzo 1995.

-Boletín Informativo DGN "Sinalp Química" Vol.I No.I Nov.1993 México D.F.