



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
" ZARAGOZA "**

**Metodologías, Criterios y Periodos de  
Calibración de Instrumentos**

**T E S I S**

Que para obtener el Título de:

**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

**Presenta:**

**ADHEMIR ROJAS MARTINEZ**

**Asesor: Q. Lourdes Castillo G.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**México, D. F. 1993**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

# C O N T E N I D O

## 1.0. FUNDAMENTACION DEL TEMA

### 1.1. CONTROLES DE LOS EQUIPOS DE MEDICION Y PRUEBA

### 1.2. ISO-9000 EN LOS LABORATORIOS DE CALIBRACION

#### 1.2.1. ISO-9002 EN LOS LABORATORIOS DE METROLOGIA

#### 1.2.2. ACCIONES CORRECTIVAS

## 2.0. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 3.0. OBJETIVOS

### 3.1. OBJETIVO GENERAL

### 3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

## 4.0. HIPOTESIS

## 5.0. MATERIAL

### 5.1. EQUIPOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS COMO REFERENCIA Y SU TRAZABILIDAD.

### 5.2. EQUIPOS AUXILIARES

### 5.3. INSTRUMENTOS A CALIBRAR

## 6.0. METODOS

### 6.1. ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARES DE OPERACION Y MANEJO DE LA DOCUMENTACION.

### 6.2. PROCEDIMIENTO GENERAL DE CALIBRACIONES

6.3. PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACION DE BALANZAS ANALITICAS, GRANATARIAS Y BASCULAS.

6.4. PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACION DE MANOMETROS DE TIPO BOURDON.

6.5. PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACION DE VERNIERS Y MICROMETROS.

6.6. PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACION DE TERMOMETROS DE LIQUIDO EN VIDRIO.

7.0. RECOPIACION DE RESULTADOS.

8.0. CONCLUSIONES

9.0. RECOMENDACIONES

10.0. BIBLIOGRAFIAS.

## 1.0. FUNDAMENTACION DEL TEMA

La incorporación de nuevas técnicas de calibración por la modernización de equipos e instrumentos ha traído como consecuencia la elevación de los Índices de Calidad aceptables en los mercados Nacionales e Internacionales. Específicamente a nivel Nacional es claro que la ignorancia del manejo del sistema metroológico provoque el grado de subdesarrollo. Cualquier política Nacional de Calidad debe estar sólidamente establecida mediante un Sistema Metroológico. El fracaso de los Círculos de Control de Calidad en México, así como los Sistemas de Control Total de la Calidad se deben entre otras razones a que no tenemos una cultura de la medida. El éxito del Control Total de la Calidad a nivel Internacional no estriba solo en las características del trabajo, si no en un Sistema Metroológico. No se puede copiar solo la forma del producto, se deben copiar la función de los mismos y para ello debe saberse medir por ejemplo, su dureza, color, resistencia, temperatura, dimensiones etc. Todo esto es metrología y sin ella ningún Sistema de Calidad podrá ser efectivo.

El aspecto metroológico involucra directamente la Calibración que se define como el conjunto de

operaciones que establece bajo condiciones específicas la relación entre los valores indicados por un aparato o sistema de medición o los valores representados por una medida materializada o los valores conocidos correspondientes de una magnitud medida.

Esto es contar con ensayos de medición para estimar las correcciones que se deban hacer a las mediciones de los instrumentos, con dichas correcciones y los criterios teóricos basados en las prácticas de las incertidumbres esperadas, se puede concluir si el instrumento es apto para continuar su utilización dentro de dicha incertidumbre. Desde este punto de vista la Calibración es solamente uno de los elementos que forman las responsabilidades, implicando tanto su selección, instalación, recalibraciones, supervisiones, mantenimiento correctivo y preventivo, es por tal motivo que las Calibraciones no deben considerarse como elemento aislado de los otros factores.

La necesidad actual de elaborar productos o servicios que tengan una aptitud o capacidad para satisfacer adecuadamente una necesidad dada, ha originado un proceso de cambio en el concepto de Calidad. De tal manera que se ha optado por implementar programas de

Aseguramiento de la Calidad, los cuales deben documentar, implantar y mantener los procedimientos para planear y controlar como mínimo:

- control de la documentación
- identificación y rastreabilidad
- control de procesos
- inspección y pruebas
- equipos de inspección, medición y pruebas

Un punto muy importante es el del equipo de medición que puede afectar la calidad de los productos o servicios. Los equipos deben calibrarse y ajustarse con los Patrones Nacionales e Internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones.

#### 1.1. CONTROLES DE LOS EQUIPOS DE MEDICION Y PRUEBA

En los controles que se tendrán de los equipos de medición, inspección y pruebas se incluirán:

- registros de calibración
- recalibración periódica
- intervalos de calibración
- etiquetas empleadas
- procedimientos de calibración
- trazabilidad
- agenda de intervalos

- servicios de calibración externos y
- requerimientos de controles ambientales.

## 1.2. ISO-9000 EN LOS LABORATORIOS DE CALIBRACION

La aplicación de los criterios de ISO-9000 en los laboratorios de metrología, se hace cada día más necesario, principalmente porque muchas empresas están desarrollando sus Sistemas de Calidad en base a estas Normas. El comité técnico ISO-176, creador de las Normas ISO-9000, desarrolló las series 10000. De acuerdo con la experiencia de algunos laboratorios, el criterio ISO más aplicable para el registro de un sistema de calibración es el documento ISO-9002.

### 1.2.1. ISO-9002 EN METROLOGIA

Los requisitos del Sistema de Calidad, apegados a la Norma ISO-9002, aplicados a un laboratorio de metrología, en el punto de equipos de medición, inspección y prueba comprenden los siguientes pasos:

- deben calibrarse y conocerse su incertidumbre
- describir el proceso para decidir la compra de un nuevo instrumento o patrón
- documentar la trazabilidad a un laboratorio Nacional de Metrología o equivalente en el extranjero
- se deben tener y utilizar procedimientos técnicos de



#### calibración

- mantener un archivo de certificados de calibración y/o reportes de calibración
- se deben utilizar etiquetas de calibración
- identificar debidamente el equipo de medición
- contar con un sistema de notificación al usuario, para informar cuando un equipo se encuentra fuera de tolerancias
- llevar un registro de controles ambientales
- cuidar el manejo, almacenamiento y conservación de los equipos de medición, de prueba así como de los patrones
- contar con procedimientos para el manejo de los patrones en servicio.

#### 1.2.2. ACCIONES CORRECTIVAS

El laboratorio de metrología debe elaborar, documentar y mantener procedimientos para llevar a cabo lo siguiente:

- investigar el no cumplimiento y determinar la acción correctiva necesaria para evitar que se repita
- ejecutar acciones preventivas
- implementar y registrar cambios en los procedimientos como resultado de las acciones correctivas

## 2.0. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el trabajo diario de un laboratorio es conocido que todas las mediciones se realizan a través de ciertos instrumentos, resultando de suma importancia su mantenimiento y calibración.

El tener instrumentos descalibrados, implica entregar resultados erróneos, por ello deben calibrarse antes de ser puestos en servicio y posteriormente a intervalos regulares de tiempo de acuerdo a un programa establecido y con ello demostrar la precisión, reproducibilidad y exactitud de cualquier instrumento de medición de variables. Con la entrada de nuestro País a la apertura Comercial, la Industria Nacional requiere cada vez más enfrentar el reto de competir con productos de mejor calidad y para ello es de gran importancia cumplir con especificaciones, controles y Normas que aseguren la Calidad de los mismos y le reporten los beneficios económicos deseados.

La Normalización, la Metrología y el Control de Calidad son para la industria el soporte que le permite elevar la Calidad de sus productos, implementar Sistemas de producción y de control modernos en los cuales la Calibración y verificación de sus patrones e

instrumentos de medición, en todas las fases de producción, contribuyen a garantizar que los productos que proponen a la venta sean confiables en cualquier lugar del mundo y por ello elevan la competitividad del aparato productivo Nacional, facilitando el acceso de los productos a los mercados Internacionales.

Por esta razón este documento establece recomendaciones sobre los criterios y características de los programas de calibración, uso y mantenimiento de los instrumentos de medición, métodos de calibración para ser aplicados por los laboratorios que no cuenten con directrices propias, no lleven programas de calibración o no cuenten con especificaciones del fabricante.

### 3.0. OBJETIVOS

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo del presente documento es el de establecer, los requisitos generales bajo los cuales se debe regir aquel laboratorio, sobre los criterios y características de los programas de calibración, uso y mantenimiento de los instrumentos de medición, métodos de calibración y de esta forma cumplir con servicios de calibración más confiables.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

3.2.1. proponer una estructuración para la elaboración de los procedimientos estándares de operación o calibración, siguiendo las Prácticas Adecuadas del Laboratorio.

3.2.2. Diseñar el programa relativo a la calibración de cada uno de los instrumentos de medición, de prueba y de sus respectivos accesorios.

3.2.3. Verificación de las condiciones prevalescientes y necesarias para llevar a cabo una calibración (cumplimiento con los requisitos de los materiales de medición, equipos auxiliares, reactivos a utilizar en el proceso de calibración.

#### **4.0. HIPOTESIS**

**Elaborando Procedimientos Estándares de Calibración y siguiendo las Prácticas Adecuadas del Laboratorio, es posible evaluar el grado de precisión, exactitud y reproducibilidad de instrumentos de medición.**

5.0. MATERIAL

5.1. EQUIPOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS COMO REFERENCIA Y SU TRAZABILIDAD.

REFERENCIA	TRAZABILIDAD
MARCO DE PESAS <ANALITICAS, GRANATARIAS>	D.G.N.
PESAS PARALELEPIEDAS	D.G.N.
TERMOMETRO DE LIQUIDO EN VIDRIO TAYLOR	CINVESTAV
MANOMETRO BOURDON	CINVESTAV
BLOQUES PATRON	MITUTOYO
CRONOMETRO MICRONTA	D.G.N.
BALANZA DE PESOS MUERTOS	D.G.N.
MODELO 1305 D	
FLUKE DIGITAL CON ENTRADA A 2 TERMOPARES.	LAKE-SIDE
BLOCK DE TEMPERATURA	A.S.T.M.
KAY ICE POINT	
HTR-300	
TERMOPARES J,K.	LAKE-SIDE

5.2. REACTIVOS UTILIZADOS COMO REFERENCIA Y SU TRAZABILIDAD.

PELICULA DE POLIESTIRENO U.S.P.

### 5.3. EQUIPOS AUXILIARES

TANQUE DE NITROGENO

MANIFULL

JUEGO DE DESARMADORES Y LLAVES

MONITOR P.C.

### 5.4. INSTRUMENTOS A CALIBRAR

BALANZAS ANALITICAS, GRANATARIAS Y BASCULAS

MANOMETROS DE DEFORMACION ELASTICA <BOURDON>

TERMOMETROS DE LIQUIDO EN VIDRIO

MICROMETROS, VERNIERS

ESPECTROFOTOMETRO DE INFRARROJO

ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARES DE OPERACION Y  
MANEJO DE LA DOCUMENTACION

1.0. PROPOSITO

1.1. Uniformar criterios de las diferentes áreas en la elaboración de los procedimientos estándares de operación < PEO's >.

1.2. Establecer el sistema de codificación de PEOs que clasifique el material contenido en los mismos dentro de categorías únicas.

1.3. Establecer el mecanismo de elaboración, autorización, codificación, distribución, revisión y archivo de los procedimientos estándares.

2.0. RESPONSABILIDAD

2.1. Este PEO aplica a todas las áreas de la Dirección de Operaciones.

2.2. Es obligación de los individuos responsables de cada una de las áreas, elaborar sus procedimientos que cubran sus necesidades de su departamento, así como darlos a conocer al personal a su cargo, cuando estos sean activados al igual que proporcionar el entrenamiento cuando se requiera, para asegurar su cumplimiento.



2.3. Es obligación de TODO EL PERSONAL conocer los procedimientos estándares de operación que tengan efecto sobre su área , departamento o sección.

2.4. Es obligación del personal designado en los Procedimientos Estándares de Operación seguir estrictamente las instrucciones de los mismos.

### 3.0 INFORMACION GENERAL

#### 3.1. Definiciones:

##### 3.1.1. PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE OPERACION

Un PEO es una descripción escrita de los pasos a seguir para llevar a cabo una operación, desarrollado para cada área y emitido y controlado por una área de documentación. El cumplimiento de los requerimientos contenidos en los PEOs es OBLIGATORIO.

##### 3.1.2. AREA DE DOCUMENTACION

Es la función administrativa y responsable del recibo, mantenimiento, distribución y archivo asociado a PEOs, certificados, especificaciones , etc.

##### 3.1.3. FECHA DE ACTIVACION

Es la fecha a partir del cual un PEO nuevo o revisado se vuelve oficial y por tanto su cumplimiento es obligatorio.

### 3.2. FUNCION DE LOS PEO's

Los PEO's son herramientas de entrenamiento, ya que describen detalladamente los pasos a seguir en cada actividad que se realiza en una operación. Los PEO's deben estar basados en las Prácticas Adecuadas de Manufactura o Buenas Prácticas de Laboratorio < según sea el caso>, así como en la Política particular de cada Compañía.

### 3.3. RAZONES PARA LA EMISION/REVISION DE UN PEO

3.3.1. Existe un procedimiento que no está documentado

3.3.2. Como resultado de una auditoría

3.3.3. Una operación es transferida a otro equipo o sección.

3.3.4. Aplicaciones a las Normas ISO-9000 e ISO-10000

### 3.4. ARCHIVOS DE PEO's OBSOLETOS

Todos los archivos de PEO's obsoletos deberán ser guardados 5 años como mínimo, posteriores a la fecha de emisión de la obsolescencia.

## 4.0 PROCEDIMIENTO

### 4.1. ELABORACION

4.1.1. Definir el título del procedimiento en forma clara y concisa. El título es una descripción precisa del contenido del PEO y no debe contener ninguna ambigüedad.

4.1.2. Recabe, clasifique y escriba toda la información necesaria de acuerdo a los siguientes capítulos que deben incluirse en todos los PEO's:

- PROPOSITO
- RESPONSABILIDAD
- INFORMACION GENERAL
- PROCEDIMIENTO
- CRITERIOS DE ACEPTACION
- ACCIONES CORRECTIVAS
- BIBLIOGRAFIAS
- AUTORIZACIONES

#### 4.1.2.1. PROPOSITO

Escribe el fin que persigue con el procedimiento en forma clara y resumida. El propósito es una definición de la razón para escribir el procedimiento.

Otros elementos que pueden aparecer en esta sección incluyen:

- El establecimiento de una meta que se alcanzará en el cumplimiento del PEO.

#### 4.1.2.2. RESPONSABILIDAD

Indica en forma precisa, a quienes aplica el PEO, es decir a que personal deberá seguir el PEO y de que van a ser responsables.

#### 4.1.2.3. INFORMACION GENERAL

Escribir los datos que den soporte o considere importantes que deben ser conocidos para realizar adecuadamente el procedimiento. Esta sección contiene información que no encaja en alguna de las otras secciones.

Los elementos que pueden aparecer en esta sección incluyen:

- definición de palabras o términos
- párrafos que van a ser repetidos a lo largo del procedimiento.
- consideraciones generales que aplican a lo largo del documento.

#### 4.1.2.4. PROCEDIMIENTO

Describir paso a paso las instrucciones para llevar a cabo la operación. En los casos donde se aplique puede llevar el siguiente orden:

- equipo y material
- descripción secuencial de todas las actividades necesarias para realizar la operación, señalando la persona responsable de dicha actividad. Si es necesario se puede incluir diagramas de flujo, para dar mayor claridad.

#### 4.1.2.5. REFERENCIAS

Anotar la lista de todos los documentos que consultó para la elaboración del procedimiento. Los documentos que pueden ser referenciados incluyen:

- NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES
- LIBROS DE REFERENCIA
- MANUAL DE EQUIPOS
- MEMORIAS DE CURSOS
- PEO'S

#### 4.1.2.6. AUTORIZACIONES

Anotar el nombre de la persona que elaboró el PEO y a continuación el nombre de las personas designadas para la aprobación.

ESQUEMA:

ELABORADO POR:----- FECHA:-----  
GERENTE DE ACTIVIDAD:----- FECHA:-----  
GERENCIA DE LA CALIDAD:----- FECHA:-----  
DIRECCION DE OPERACION:----- FECHA:-----

#### 4.3. CODIFICACION

Cada uno de los procedimientos tendrán un sistema de identificación según la política de la empresa, clasificando las áreas por medio de letras y números y según la categoría y centro.

#### 4.4. DISTRIBUCION

El sistema de documentación deberá:

4.4.1. Entregar la copia oficial del PED , al responsable del centro. Es decir activa el documento.

4.4.2. La activación se hará únicamente cuando se haya efectuado el entrenamiento correspondiente.

#### 4.5. REVISION

Todos y cada uno de los procedimientos deberán ser revisados por lo menos anualmente y dicha revisión deberá documentarse.

#### 5.0 REFERENCIAS

5.1. Current Good Manufacturing Practice for Finished Pharmaceuticals <GMP'S>-SUBPARTE A -GENERAL PROVISIONS-

5.2. Guía de Procedimientos Adecuados de Manufactura Farmacéutica <CIPAM>- 2 a. Edición- Cap.II- Documentos y Procedimientos Generales-.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES      FECHA DE ACTIVACION  
DOCUMENTO No.                              SUSTITUYE A:  
PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE OPERACION

#### PEO GENERAL DE CALIBRACIONES

##### 1.0 PROPOSITO

1.1. Establecer el sistema a seguir para la calibración de instrumentos de medición relacionada con la Calidad del Producto.

1.2. Definir que instrumentos utilizados en la operación deberán ser Calibrados.

1.3. Establecer la forma de clasificación de los instrumentos para el control de la calibración.

1.4. Definir los componentes y actividades del programa de Calibración.

1.5. Establecer los requerimientos mínimos para el registro y archivo de la calibración y verificación de cada uno de los aparatos.

##### 2.0. RESPONSABILIDAD

2.1. Este procedimiento aplica a los instrumentos de las diferentes áreas de operación <Mantenimiento, Aseg. de la Calidad, Materiales y Producción>

2.2. Es responsabilidad del supervisor de cada sección el que se usen para los procesos únicamente instrumentos cuya calibración esté vigente.

2.3. El control del programa es responsabilidad de la Jefatura de Calibraciones.

### 3.0 INFORMACION GENERAL

3.1. VERIFICACION: Comparación de la respuesta de un instrumento contra un estándar de exactitud conocida. La exactitud del estándar deberá ser mayor que la del instrumento a verificar.

3.2. CALIBRACION: Es la comparación de un estándar de medición o instrumento de exactitud conocida con un instrumento de menor exactitud para confirmar, detectar, correlacionar, reportar o eliminar por ajuste cualquier variación en la exactitud del instrumento comparado con un estándar.

3.3. INSTRUMENTO: Son los aparatos que se utilizan en cualquier proceso y que proporcionan resultados cuantitativos.

3.4. EQUIPO: Son todos los aparatos que se utilizan en cualquier proceso y que no proporcionan resultados cuantitativos.

3.5. APARATO: El término se utiliza en lugar de equipo e instrumento.



3.6. INFORME DE MEDICION: Documento que presenta los resultados obtenidos de las mediciones realizadas y otra información relevante de las mismas.

#### 4.0. PROCEDIMIENTO

##### 4.1. CONSIDERACIONES:

4.1.1. Cada uno de los equipos de medición, de prueba y sus respectivos accesorios, deberán calibrarse donde sea adecuado, antes de ser puesto en servicio y posteriormente a intervalos regulares de tiempo, de acuerdo con un programa establecido denominado PROGRAMA DE CALIBRACIONES < ANEXO I >.

4.1.2. Todo el programa relativo a la calibración, deberá diseñarse y operarse de tal manera que asegure la continuidad de las mediciones. Los períodos máximos de Calibración deberán obtenerse ya sea de las recomendaciones proporcionadas por el mismo proveedor, Normas Nacionales e Internacionales.

4.1.3. Los patrones de referencia de medición que se tengan en el laboratorio, serán utilizados exclusivamente para la calibración del equipo en servicio y no para otros fines.

4.1.4. Los patrones de referencia de medición deberán calibrarse por Organismos Nacionales Competentes < LABORATORIOS DEL S.N.C. >.

4.1.5. El equipo en servicio deberá calibrarse por el mismo personal del laboratorio contra los patrones de referencia que posea o mediante el servicio de algún otro laboratorio autorizado.

4.1.6. En donde sea pertinente, el equipo de medición, deberá someterse a verificaciones regulares entre recalibraciones.

4.1.7. En el programa de verificación y calibración la programación será mensual. Procurando realizar la calibración dentro de las dos semanas del mes indicado.

4.1.8. La calibración de los aparatos lo realizará personal capacitado en el área, de acuerdo con un procedimiento técnico existente para cada uno de ellos y en la prioridad que se requiera.

4.1.9. Cuando en el laboratorio no se cuente con el equipo necesario para llevar a cabo la calibración, el responsable del área solicitará el servicio a laboratorios con reconocimiento dos semanas antes del mes programado.

4.1.10. La persona que realice la calibración, solicitará al jefe de calibraciones el formato del reporte correspondiente, ej. ANEXO II.

4.1.11. La persona que lleve a cabo la calibración será encargada de llenar el reporte con asesoría del jefe de área.

4.1.12. En caso de que el aparato no cumpla con las especificaciones se llenará un reporte para notificar al jefe de área.

4.1.13. Anexar al reporte, la hoja con los cálculos efectuados, gráficas, tiras impresas, etc.

4.1.14. En caso de que la calibración la haya llevado a cabo un servicio externo, el responsable será el encargado de llenar el reporte auxiliado en caso necesario por el Ing. de Servicio.

4.1.15. Una vez realizada la Calibración, se procederá a llenar la etiqueta correspondiente con los datos necesarios y en seguida colocarlo en un lugar visible.

#### ANEXO III.

4.1.16. En caso de que el aparato no cumpla con las especificaciones y si no es posible realizar los ajustes correspondientes, tales aparatos no deberán utilizarse, colocando la etiqueta correspondiente de fuera de servicio.

4.1.17. Todos los reportes de calibración deberán entregarse al jefe de calibraciones para su revisión, firma, autorización y archivo a más tardar al siguiente día de la Calibración.

#### 4.2. CLASIFICACION DE INSTRUMENTOS

Los instrumentos serán clasificados de acuerdo a un número de código alfa numérico que consta de 8 dígitos,

el primer dígito será el inicial del departamento al que pertenece el aparato:

PRODUCCION-----P

ALMACENES-----A

MANTENIMIENTO-----M

PRODUCCION-----P

Las dos siguientes letras corresponden a las secciones de los departamentos según la siguiente lista:

SECCIONES DE PRODUCCION:

Tabletas-----TA

Semisólidos-----SS

Ovulos-----OV

Líquidos-----LI

SECCIONES DE ALAMACEN:

Cuarto frío-----CF

Recepción de materiales-----RM

Area de pesadas-----AP

Producto terminado-----PT

Material de empaque-----ME

SECCION DE MANTENIMIENTO:

Taller-----TR

Cuarto de máquinas-----CM

SECCION DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD:

Control Físico-Químico-----CF

Desarrollo-----DE

Microbiología-----MI

Cuarto de aparatos-----CA

Area de inspección-----AI

Los siguientes dos dígitos indican el tipo de instrumento de que se trate, según la siguiente numeración:

BALANZAS , BASCULAS-----01

CAMPANA DE FLUJO LAMINAR-----02

CRONOMETROS-----03

DESINTEGRADORES-----04

DIMENSIONALES-----05

DISOLUTORES-----06

DUROMETROS-----07

ESPECTROFOTOMETROS-----08

PUNTO DE FUSION-----09

MANOMETROS-----10

VACUOMETROS-----11

TERMOMETROS-----12

POLARIMETROS-----13

Los tres últimos dígitos son el número consecutivo por el tipo de aparato.

#### 4.3. CONTROL DEL PROGRAMA

4.3.1. Los métodos de medición deberán ser seleccionados

de acuerdo a las características, del laboratorio, del instrumento o equipo a medir, tomando como referencia métodos normalizados vigentes.

Cuando sea necesario emplear métodos de medición que no se hayan normalizado, deberá presentar evidencia objetiva de que están debidamente documentados y validados.

Si el método fue desarrollado por el laboratorio este se acompañará del análisis estadístico.

4.3.2. Contar con un sistema de control y mantenimiento de archivo teniendo información sobre:

- adiestramiento de personal
- evaluación de la competencia técnica del personal
- mantenimiento correctivo, preventivo y calibración del equipo.
- datos e informes de resultados de las mediciones.

4.3.3. El laboratorio debe de contar con el personal suficiente para llevar a cabo las calibraciones en el área en que se solicite, una persona debe estar capacitada en todas las áreas que se maneje en el laboratorio, debiendo tener en su expediente la documentación necesaria que refleje su capacitación.

4.3.4. INSTALACIONES Y CONDICIONES GENERALES

4.3.4.1. El medio ambiente donde se efectue el servicio

de medición no deberá invalidar los resultados ni afectar la exactitud y ejecución correcta de la medición. Se debe dar atención a factores tales como: espacio, ruido, vibraciones, polvo, radiaciones, alumbrado. En los casos que sea requerido para la medición, se instalarán controles para la humedad relativa y temperatura junto con equipo de registro y monitoreo, que proporcionen evidencia de que los límites establecidos siempre se mantienen dentro de las tolerancias prescritas.

Los suministros de energía eléctrica, deberán protegerse de sobretensos y fluctuaciones, por lo que deberá existir sistema de monitoreo en todas las redes.

4.3.5. Mantener los factores ambientales asociados con los diferentes tipos de patrones de medición. Esto ayudará a reducir el número de correcciones necesarias para aquellas mediciones que son afectadas por medios ambientales adversos.

#### 4.3.6. SEGURIDAD

Se deben establecer prácticas de seguridad dependiendo del tipo de trabajo que se realice. < usar equipo de seguridad >.

#### 4.3.7. SUPERVISION < AUDITORIA >

Establecer un procedimiento de supervisión y auditoría que le permita verificar sus condiciones de operación.

## 5.0 REFERENCIAS

5.1. CURSO DE ESTADISTICA APLICADA A LA VALIDACION DE METODOS ANALITICOS, EFECTUADO EN EL INSTITUTO MEXICANO DE CAPACITACION DE LA INDUSTRIA FARMACEUTICA Y QUIMICO FARMACEUTICA. AÑO 1987.

5.2. TAYLOR, J.K. VALIDATION OF ANALYTICAL METHODS, ANALYTICAL CHEMISTRY. 55 < 6 > PAG. 600A-608B <1983>

5.3. SNC-D-2-1989. DIRECTRICES PARA EVALUAR LA COMPETENCIA TECNICA DE UN LABORATORIO DE METROLOGIA.

5.4. SNC-D-4-1989. RECOMENDACIONES SOBRE LA ELABORACION DE UN INFORME DE CALIBRACION DE UN LABORATORIO DE METROLOGIA.

5.5. SNC-D-6-1989. GUIA DE CONOCIMIENTOS BASICOS CON QUE DEBE CONTAR UN EVALUADOR.

5.6. SNC-D-7-1989. AUTORIZACION DE PERSONAS FISICAS CON RESPALDO OFICIAL PARA REALIZAR SERVICIOS DE CALIBRACION.

5.7. SNC-D-11-1989. DIRECTRICES Y PROCEDIMIENTOS PARA LA EVALUACION DE UN LABORATORIO DE METROLOGIA E INTERPRETACION DE REQUISITOS MINIMOS.

5.8. BASES TECNICAS PARA EL ACREDITAMIENTO DE LABORATORIOS. VOLUMEN 1 SINALAP.

5.9. NOM-Z-55-1986. METROLOGIA-VOCABULARIO DE TERMINOS FUNDAMENTALES Y GENERALES.

5.10. ISO-TEC-GUIDE 25-1982-GENERAL REQUIREMENTS FOR THE TECHNICAL COMPETENCE OF TESTING LABORATORIES.



5.11. ISO-IEC.GUIDE 2-1983-GENERAL TERMS AND THEIR DEFINITIONS CONCERNING STANDARDIZATION,CERTIFICATION AND TESTING LABORATORY ACREDITATION.

5.12. ISO-8402 QUALITY ASSURANCE-VOCABULARY < 1986 >.

#### 6.0 AUTORIZACIONES

ELABORADO POR:-----	FECHA:-----
GERENCIA DE ACTIVIDAD:-----	FECHA:-----
GERENCIA DE ASEG. CALIDAD:-----	FECHA:-----
DIRECCION INDUSTRIAL:-----	FECHA:-----

**SINTESIS DEL TRABAJO DEL PERIODO DE CALIBRACION**

EQUIPO/INSTRUMENTO	CLASE	USO	PERIODO MAXIMO DE CALIBRACION
Balanzas	Especial fina media ordinaria	*	6 meses

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: Colocarlas en bases rígidas y libres de vibraciones < condiciones estables > colocarlas en áreas libres de polvo, ambientes húmedos y corrosivos y fuentes de calor. Evitar cambios bruscos de temperatura y corrientes de aire. Colocar pistola antiestática. Antes de iniciar la pesada verificar el cero, la nivelación y estabilidad. Manipularla sin movimientos bruscos. \* INSTRUMENTO DE TRABAJO.

EQUIPO/INSTRUMENTO	CLASE	USO	PERIODO MAXIMO DE CALIBRACION
Básculas mecánicas y electromecánicas	Media Ordinarias	**	6 meses

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: Ambientar los marcos de pesas o taras antes de iniciar la calibración. Es recomendable contar con un sistema de regulación de voltaje para los equipos eléctricos.

\*\* INSTRUMENTO DE TRABAJO.

EQUIPO/INSTRUMENTO	CLASE	USO	PERIODO MAXIMO DE CALIBRACION
Manómetro de deformación elástica	0.05-0.5%	***	6 meses/1000 hr de uso.
	0.5-1.0 %		6 meses/2000 hr
	> 1.0 %		6 meses/4000 hr de uso.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: Verificar el cero antes de cada uso.

\*\*\* INSTRUMENTOS DE MEDICION BAJA Y ALTA PRESION >7MPa.

EQUIPO/INSTRUMENTO	CLASE	USO	PERIODO MAXIMO DE CALIBRACION
Dimensionales Verniers, micrómetros	Todas	****	Añual

\*\*\*\* INSTRUMENTO DE TRABAJO.

EQUIPO/INSTRUMENTO	CLASE	USO	PERIODO MAXIMO DE CALIBRACION
Termómetros de líquido en vidrio.	Todas	*****	6 meses/2000 hr de uso

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: Verificar el punto de congelación del agua por lo menos cada mes.

\*\*\*\*\* PATRON DE TRABAJO, INSTRUMENTO DE MEDICION.

**NO  
EXISTE  
PAGINA**

**NO  
EXISTE  
PAGINA**



ETIQUETAS DE DISPOSICION FINAL

C A L I B R A D O

EQUIPO:-----

No. DE EQUIPO:-----

RANGO UTIL:-----

CALIBRADO POR:-----

FECHA DE CALIBRACION:-----

VIGENCIA:-----ERROR MAXIMO:-----

E Q U I P O F U E R A D E U S O

EQUIPO:-----

No. DE EQUIPO:-----

VARIACION:-----

EFFECTUADO POR:-----

FECHA:-----

FECHA DE SERVICIO EXTERNO SOLICITADO:-----

NOMBRE DEL PROVEEDOR:-----





FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES      FECHA DE ACTIVACION

DOCUMENTO No. :      SUSTITUYE A:

PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE OPERACION

CALIBRACION DE BALANZAS ANALITICAS, GRANATARIAS Y BASCULAS.

### 1.0. PROPOSITO

1.1. Establecer un procedimiento para la calibración de instrumentos de pesar de bajo alcance de medición, granatarias y básculas.

### 2.0. RESPONSABILIDAD

2.1. Es responsabilidad de la jefatura de Control Químico, de los Químicos y Técnicos analistas dar seguimiento a este procedimiento.

2.2. El personal tiene la responsabilidad de utilizar únicamente instrumentos calibrados y que la calibración sea vigente.

2.3. Es responsabilidad del supervisor del área, notificar al departamento de Calibraciones, cuando alguna báscula o balanza no cumpla con las condiciones óptimas de funcionamiento.

### 3.0. INFORMACION GENERAL

3.1. PATRON DE TRABAJO: Patrón que habitualmente es

comparado con un patrón de referencia y es utilizado comunmente para contrastar o controlar aparatos de medición.

3.2. FIDELIDAD: Aptitud que posee un instrumento para dar dentro de condiciones de utilización definidas, respuestas muy aproximadas durante la aplicación repetida de una misma señal de entrada.

3.3. EXACTITUD: Aptitud de un instrumento de medición para dar indicaciones próximas al valor verdadero de una magnitud medida.

3.4. ERROR INSTRUMENTAL: Indicación de un instrumento de medición menos el valor real de una magnitud medida.

EI= ERROR INSTRUMENTAL

VL= VALOR LEIDO

VR= VALOR REAL

$EI = VL - VR$

4.0. EQUIPO Y MATERIAL

4.1. MARCO DE PESAS CERTIFICADO < ANALITICAS, GRANATARIAS >

4.2. PESAS PARALELEPIPEDAS < BASCULAS >

4.3. FRANELA SECA Y LIMPIA

4.4. BALANZAS O BASCULAS A CALIBRAR

4.5. PERILLA DE CAUCHO

4.6. BROCHA O PINCEL DE PELO SUAVE

4.7. GUANTES DE ALGODON

#### 4.8. TERMOHIGROMETRO CALIBRADO O CERTIFICADO

#### 5.0. PROCEDIMIENTO

##### 5.1. CONDICIONES DE CALIBRACION:

5.1.1. Limpiar cuidadosamente los patrones de referencia con el solvente adecuado.

5.1.2. Con la brocha retirar el polvo del instrumento a calibrar, retirando el excedente de polvo alojado en partes de difícil acceso con aire, valiéndose de una perilla de caucho.

5.1.3. Realizar la limpieza, verificar el nivel de burbuja y conectar el instrumento a la red eléctrica, permitiendo que se estabilice. Aprox. 30 min.

5.1.4. Colocar los patrones de trabajo, cerca del instrumento con el fin de que adquiera homogeneidad de temperatura, esto será por espacio de 30-40 min.

5.1.5. La temperatura ambiente y del instrumento debe ser de  $25^{\circ}\text{C} \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ .

5.1.6. La humedad relativa recomendada entre 45-60 %.

##### 5.2. PRUEBA DE MOVILIDAD O SENSIBILIDAD

5.2.1. Colocar una masa sobre el plato receptor con valor igual a la mitad de la división mínima e incrementar la carga paulatinamente hasta que exista un movimiento en el indicador, comparar el valor con las

tablas de tolerancia. ANEXO I.

### 5.3. PRUEBA DE LINEALIDAD O EXACTITUD.

5.3.1. Esta prueba permite conocer el funcionamiento del instrumento en todo su intervalo de medición.

5.3.2. Dividir el intervalo de medición en 10 partes

5.3.3. Tomar la lectura cada 10 % de la capacidad total del instrumento.

5.3.4. Colocar la masa equivalente al 10 % en el centro del dispositivo receptor de carga.

5.3.5. Esperar un lapso de 5 a 10 seg. para que se establezca la lectura.

5.3.6. Anotar los resultados en el formato correspondiente. ANEXO II

5.3.7. Retirar la carga, el instrumento indicará cero.

5.3.8. Colocar nuevamente la carga anterior, incrementar al 20 % de la capacidad total del instrumento, anotar la lectura en el formato correspondiente.

5.3.9. Proseguir de la misma forma, realizando las demás lecturas hasta llegar a la capacidad máxima.

5.3.10. Indicar la lectura en forma descendente, comenzando con la máxima capacidad y terminando en cero.

5.3.11. Este procedimiento se considera una corrida.

5.3.12. Realizar un total de 3 corridas para esta prueba para comprobar la repetibilidad en cada uno de los 10 puntos medidos en el instrumento.

5.3.13. Obtener el promedio de cada punto con las tres corridas, restando el error de los patrones de referencia.

5.3.14. La tolerancia debe de ser de acuerdo a las tablas de tolerancia. ANEXO I

#### 5.4. PRUEBA DE FIDELIDAD O POSICION

5.4.1. Esta prueba determina los posibles errores que posee un instrumento al colocar una masa determinada en diferentes puntos del plato receptor de carga.

5.4.2. Colocar en el plato receptor de carga, una masa mayor o igual a 1/4 de la capacidad total, pero no mayor a 1/2.

5.4.3. Colocar en 10 diferentes puntos, tomando como límite de 3 a 5 cm del borde hacia el centro del plato. Colocarlos de la forma como se muestra en la siguiente figura:

7	2	6
5	1-10	4
8	3	9

5.4.4. Si el plato receptor de carga es muy pequeño tomar 5 lecturas como máximo.

5.4.5. Tomar las lecturas, obtener la media con lo cual se determinará la desviación estándar.

$$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + \dots + X_n}{n}$$

$$S = \frac{\langle X_1 - X \rangle^2 + \dots + \langle X_n - X \rangle^2}{n-1}$$

5.4.6. Comparar los resultados con las tablas de tolerancia.

5.4.7. Los resultados de cada una de las pruebas se anotarán en la hoja de resultados o reporte de calibración.

#### 6.0 CRITERIOS DE ACEPTACION

6.1. Cada una de las pruebas realizadas deberán ser comparadas con las tablas de errores máximos permisibles y a la clase de precisión.

#### 7.0 ACCIONES CORRECTIVAS

7.1. Si el instrumento no cumple con uno o más de los criterios de aceptación:

- se colocará etiqueta de fuera de servicio
- se notificará para solicitar servicio correctivo.

## B.0. REFERENCIAS

- B.1. NOM-Z-1- SISTEMA GENERAL DE UNIDADES DE MEDIDA- SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES. D.G.N.
- B.2. NOM-CH-34-1982. INSTRUMENTOS DE MEDICION-APARATOS PARA PESAR-TERMINOLOGIA GENERAL BASICA. D.G.N.
- B.3. NOM-CH-35-1982-INSTRUMENTOS DE MEDICION-APARATOS PARA PESAR-CLASIFICACIONES Y SUS DEFINICIONES. D.G.N.
- B.4. NOM-CH-36-1982-INSTRUMENTOS DE MEDICION - APARATOS PARA PESAR- CARACTERISTICAS Y CUALIDADES METROLOGICAS.
- B.5. U.S.P. XXII . ENERO 1 , 1990 . PAG. 1447-1448
- B.6. NOM-Z-55-METROLOGIA - VOCABULARIO DE TERMINOS FUNDAMENTALES Y GENERALES. D.G.N.
- B.7. CURSO DE LA IMPORTANCIA Y AVANCES DEL CENTRO NACIONAL DE METROLOGIA. EFECTUADO EN SECOFI." SISTEMA DE CALIBRACION DE BALANZAS". AGOSTO 5, 1991.
- B.8. CURSO TEORICO/PRACTICO PARA LA CALIBRACION DE BALANZAS ANALITICAS, GRANATARIAS Y BASCULAS. TECNICAS DE CONTROL. EFECTUADO EN LAB. FARMACEUTICOS LAKE-SIDE. TOLUCA EDD. DE MEXICO. DIC. 1991.
- B.9. PRIMER TALLER DE METROLOGIA PARA LA INDUSTRIA METALMECANICA< INSTRUMENTOS DE MEDICION DE MASAS> EFECTUADO EN SECOFI. JUNIO 1992. ING. JOSE ALEJANDRO G.

**9.0. AUTORIZACIONES**

**ELABORADO POR:----- FECHA:-----**

**GERENCIA DE ACTIVIDAD:----- FECHA:-----**

**GERENCIA ASEB. CALIDAD:----- FECHA:-----**

**DIRECCION INDUSTRIAL:----- FECHA:-----**



## REPORTE DE CALIBRACION DE BALANZAS

FECHA	MARCA	No. SERIE	CLAVE
INSTRUMENTO		INTERVALO DE MEDICION	
FECHA DE RECALIBRACION			
METODO DE CALIBRACION			
PLANTA			

### EXACTITUD

#### ASCENDENTE

LECTURA	PATRON EN:	LEC. DEL INST.	DIFERENCIA	ERROR EN:

#### MOVILIDAD

MASA INIC. \_\_\_\_\_  
 MASA FINAL \_\_\_\_\_  
 TOLERANCIA PERMITIDA \_\_\_\_\_

#### DESCENDENTE

LECTURA	PATRON EN:	LEC. DEL INST.	DIFERENCIA	ERROR EN:

TOLERANCIA PERMITIDA \_\_\_\_\_

#### FIDELIDAD

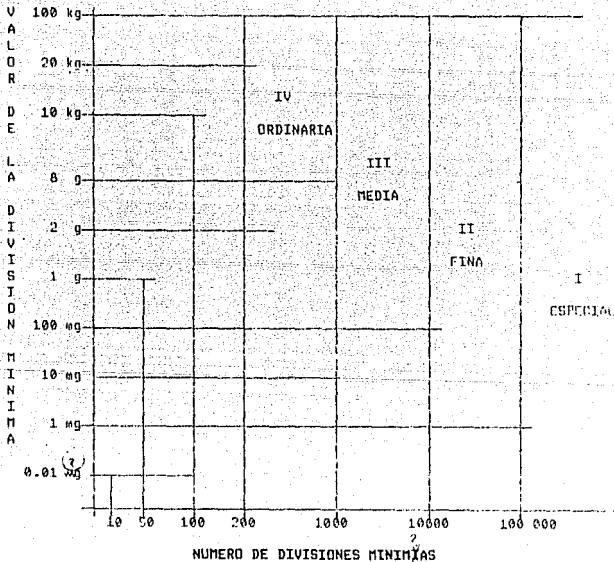
LECTURA	PATRON EN:	LEC. DEL INST.	DIFERENCIA	ERROR EN:

TOLERANCIA PERMITIDA \_\_\_\_\_

#### OBSERVACIONES

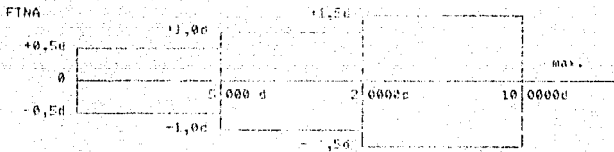
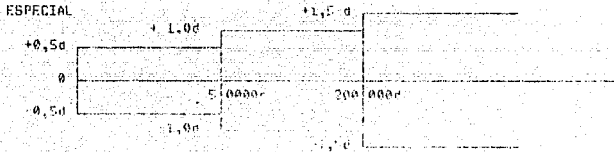
TEMP. INICIAL \_\_\_\_\_  
 TEMP. FINAL \_\_\_\_\_  
 HUMEDAD RELATIVA \_\_\_\_\_

CALIBRO \_\_\_\_\_ VERIFICO \_\_\_\_\_



COPIA OFICIAL  
 ★ MAYO 18 1992 ★  
 No. 28

CLASES DE PRECISION



COPIA OFICIAL

★ MAYO 18 1992 ★

Form No. 28

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

FECHA DE ACTIVACION

DOCUMENTO No.:

SUSTITUYE A:

PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE OPERACION

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DE MANOMETROS DE TIPO  
BOURDON

#### 1.0. PROPOSITO

1.1. Disponer de un procedimiento para verificar el funcionamiento de los manómetros utilizados en los diferentes procesos.

1.2. Determinar el tipo de patrón utilizado para la calibración de los manómetros, dependiendo del tipo o clase de exactitud.

#### 2.0 RESPONSABILIDAD

2.1. Es responsabilidad del departamento de calibraciones, técnicos instrumentistas, llevar a cabo estrictamente dicho procedimiento.

2.2. Es responsabilidad del personal de cada una de las áreas, utilizar los instrumentos con calibración vigente además de reportar cualquier anomalía que pudiera presentar durante el uso de los manómetros.

### 3.0 INFORMACION GENERAL

#### 3.1. DEFINICIONES:

3.1.1. ALCANCE DE MEDICION: Para cada amplitud de escala, es el conjunto de valores de la magnitud medida para los cuales un instrumento de medición presenta los valores dentro de esa amplitud de la escala para una posición particular de sus controles.

3.1.2. EXACTITUD DE MEDICION: Es la proximidad de concordancia entre el resultado de una medición y el valor convencionalmente verdadero de la magnitud medida.

3.1.3. HISTERESIS: Propiedad de un instrumento de medición, donde la respuesta de una señal de entrada depende de la secuencia de las señales de entrada precedentes.

3.1.4. PATRON: 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.

3.1.5. TRAZABILIDAD: Propiedad de un resultado de medición, consistente en poder relacionarlo con los patrones apropiados, generalmente Nacionales e Internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones.

3.1.6. ERROR ABSOLUTO: Resultado de una medición, menos el valor convencionalmente verdadero de la magnitud medida.

3.1.7. INTERVALO DE MEDICION: Módulo de la diferencia entre los dos límites del alcance de un instrumento de medición.

#### 4.0. PROCEDIMIENTO

##### 4.1. EQUIPO Y MATERIALES

4.1.1. BALANZA DE PESOS MUERTOS CERTIFICADA < ASCHROF MOD. 1305-B >

4.1.2. PESAS PATRON: 5, 10, 20, 40, CERTIFICADAS

4.1.3. MANOMETRO A CALIBRAR

4.1.4. JUEGO DE LLAVES Y DESARMADORES

4.1.5. MANIFULL

4.1.6. MANOMETRO PATRON CERTIFICADO

4.1.7. TERMOHIGROMETRO CALIBRADO

##### 4.2. CONDICIONES DE CALIBRACION

4.2.1. Para efectuar la calibración de un manómetro de Bourdon es necesario conocer y controlar las condiciones ambientales que influyen en su funcionamiento, por lo que se recomienda:

4.2.1.1. El local donde se efectuen las calibraciones debe tener las condiciones ambientales adecuadas para

este propósito. Se recomienda utilizar aire acondicionado para tener un control de temperatura y evitar la presencia de polvo que perjudique el funcionamiento tanto del patrón como del manómetro a calibrar. Todos los instrumentos deben estar libres de polvo y grasa.

4.2.1.2. Cuando se calibre con BALANZA DE PESOS MUERTOS, esta debe estar instalada y nivelada sobre una base firme.

4.2.1.3. Purgar el patrón y el instrumento a calibrar.

4.2.1.4. La temperatura ambiente y del instrumento debe ser de 20 °C con una variación que no exceda a un 1/5 del máximo error permitido < una variación de + 3.0 °C produce un error en la indicación de aproximadamente + 0.1 % de la escala total >. Para lograr que el manómetro alcance la temperatura requerida para su calibración, es necesario dejar que se ambiente dentro del laboratorio el tiempo suficiente.

4.2.1.5. La humedad relativa no debe exceder del 80 %

4.2.1.6. No debe haber vibraciones o golpes que ocasione que la aguja presente una desviación de 1/10 de la división mínima.

4.2.1.7. En el caso de utilizar un sistema generador de presión, el medio utilizado debe ser inerte.

4.2.1.8. Los patrones de trabajo deben tener una exactitud significativamente mayor que los instrumentos a calibrar. Siendo esta de 10 veces mayor para manómetros de clase 0.5 a 5.0 % y dos veces mayor para los de clase 0.25 % .

4.2.1.9. Los patrones de trabajo del tipo indicadores de carátula deben estar equipados con un dispositivo para eliminar el error de paralaje.

#### 4.3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION POR SISTEMA DE PESOS MUERTOS.

<Este sistema se recomienda para la calibración de manómetros de clase de exactitud entre 0.1 a 0.25 % >

BALANZA DE PESOS MUERTOS: Es un instrumento que mide presión en términos de unidades fundamentales, masa, longitud y tiempo, y generalmente es utilizado para calibrar manómetros. FIG. # 1

4.3.1. Para la calibración de manómetros de clase 0.1 a 0.25 %, se seleccionarán 10 puntos distribuidos uniformemente sobre la escala graduada.

4.3.2. Seleccionar las masas de acuerdo a los puntos de medición.

4.3.3. Colocar las masas correspondientes para cada punto de calibración sobre el porta pesas, una por una teniendo cuidado de no golpearlas o rayarlas, utilizando



guantes de algodón para su manipulación.

4.3.4. Aplicar la presión en forma lenta y continua para eliminar los efectos de inercia.

4.3.5. Aplicar la presión con el compresor hasta alcanzar el equilibrio con la presión ejercida por las pesas sobre el émbolo.

4.3.6. Flotar el émbolo cuando este en equilibrio al nivel de referencia indicado por el fabricante.

4.3.7. Después de tomar el último punto de calibración, en forma ascendente se mantiene la presión durante 30 seg. y se miden los siguientes puntos en forma descendente disminuyendo la presión lentamente.

4.3.8. Los puntos de calibración se deben medir en forma ascendente y descendente para cumplir un ciclo, se deben medir 2 ciclos completos, golpeando ligeramente el manómetro antes de tomar cada lectura para eliminar la fricción.

4.3.9. Si accidentalmente se excede de la presión seleccionada, se deberá regresar al punto anterior y nuevamente incrementar o disminuir la presión para tomar correctamente la lectura.

4.3.10. Corregir la presión nominal de acuerdo a la gravedad local, tomando en cuenta la siguiente ecuación:

G1

Pa=Pn-----

G2

DONDE: Pa= presión aplicad

Pn= presión nominal

G1= Gravedad local

G2= Gravedad estándar

4.3.11. Desde el inicio hasta el final del proceso se debe monitorear la variación de temperatura y humedad relativa, para realizar las correcciones.

#### 4.4. PRUEBA DE HERMETICIDAD

4.4.1. Someter los manómetros a una presión igual a la máxima presión de la escala durante 5 a 10 minutos antes de proceder a la calibración.

#### 4.5. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION CON MANOMETRO CERTIFICADO < SISTEMA MANIFULL >

Este sistema se recomienda para la calibración de manómetros de clase 0.5 % a 5.0 % de exactitud.

SE UTILIZA EN ESTE SISTEMA UN COMPRESOR O GENERADOR DE PRESION QUE PUEDE SER UN TANQUE DE NITROGENO Y UN MANIFULL PERFECTAMENTE SELLADO. FIG. # 2

##### 4.5.1. PRUEBA DE HERMETICIDAD

4.5.1.1. Someter el manómetro a una presión igual a la

máxima presión registrada en su escala por un espacio de 5 minutos.

4.5.2. Para manómetros de clase 0.5 a 5.0 % se seleccionarán 5 puntos distribuidos uniformemente sobre la escala graduada. Dos de los cuales estarán dentro del 10 % de los extremos de la escala y una a la mitad del alcance de medición.

4.5.3. Aplicar la presión con el sistema generador hasta llegar a cada uno de los puntos seleccionados.

4.5.4. Realizar la prueba de descenso, disminuyendo la presión con la válvula de alivio.

4.5.5. Completar 2 ciclos para determinar las acciones correctivas.

4.5.6. Monitorear el control de la humedad relativa y temperatura.

#### 4.6. FRECUENCIA DE CALIBRACION

La frecuencia de calibración será cada 6 meses a partir de la revisión anterior.

#### 4.7. CRITERIOS DE ACEPTACION

4.7.1. Si la temperatura es diferente a la temperatura de referencia, las lecturas se corrigen 0.1 % por cada 3°C de variación. La variación será negativa cuando la temperatura sea mayor y positiva cuando sea menor a la temperatura de referencia.

4.7.2. El error absoluto se determina de los datos obtenidos de los dos ciclos de presión y es igual al máximo error de los puntos de prueba en cualquier dirección. Expresar el error en porcentaje del intervalo de medición.

4.7.3. Verificar el máximo error permisible de acuerdo a lo establecido por el propio fabricante, tomando en cuenta la clase de exactitud.

4.7.4. ERROR DE HISTERESIS: Se determina de la máxima diferencia entre los datos obtenidos en forma ascendente y descendente en un punto de calibración, en un mismo ciclo cualquiera que sea. El error máximo permitido para instrumentos nuevos o reparados es de  $0.8 K$  y  $K$  para instrumentos en servicio, donde  $K$  es igual al valor numérico de la clase de exactitud. El error de histéresis se expresa en porcentaje del intervalo de medición.

NOTA: PARA MANOMETROS EN LOS CUALES NO SE ESPECIFICA LA CLASE DE EXACTITUD POR PARTE DEL PROVEEDOR, UTILIZAR LA SIGUIENTE ECUACION PARA DETERMINARLA:

$$K = \frac{\text{DIV. MINIMA}}{\text{ALC. MAXIMO}} \times 100$$

4.7.8. ERROR DE REPETIBILIDAD: Es obtenido de los dos ciclos de presión, y es la máxima diferencia entre dos

lecturas en un mismo sentido, cualquiera que sea. Este error se expresa en porcentaje del intervalo de medición.

4.7.9. En cada uno de los puntos se debe observar la lectura antes y después de dar un ligero golpe al manómetro para determinar el error de fricción, si este excede al error permitido por el proveedor se deberá limpiar el mecanismo del manómetro y se volverá a tomar la lectura.

#### 4.8. ACCIONES CORRECTIVAS

##### 4.8.1. PROCEDIMIENTO DE AJUSTE

4.8.1.1. AJUSTE DE ALCANCE: La relación de la distancia entre el eje central del sector y la parte final del eslabón hace que el error de la indicación del manómetro incremente o disminuya en su recorrido desde el cero hasta el límite máximo de medición. Cuando la indicación del manómetro es mayor a la presión real, se debe correr la parte final del eslabón hacia adentro del sector, si la indicación es menor se debe correr hacia fuera.

4.8.1.2. AJUSTE LINEAL: Es una desviación en la linealidad del manómetro, el cual puede indicar error positivo o negativo en las lecturas comprendidas entre los límites mínimos y máximos de la escala.

Cuando la indicación del manómetro es mayor que la indicación real, se gira el movimiento completo en dirección de las manecillas del reloj. Si la indicación es menor, se gira el movimiento en dirección contraria a las manecillas del reloj.

4.8.2. Si el instrumento no cumple con los parámetros de ajuste, se colocará la etiqueta correspondiente.<fuera de servicio>.

4.8.3. No se deberá instalar ningún manómetro que no tenga su tarjeta de calibración vigente.

4.8.4. Cada cambio de manómetro nuevo deberá enviarse para su correspondiente calibración e identificación.

## 5.0 REFERENCIAS

- 5.1. NOM-Z-55-1986. METROLOGIA-VOCABULARIO DE TERMINOS FUNDAMENTALES Y GENERALES. D.G.N.
- 5.2. IUPAC. EXPERIMENTAL THERMODYNAMICS, VOLUMEN II: CAP. 4 PARTE 3,5, 1975.
- 5.3. ANSI B 40 1-1985 GAUGES-PRESSURE INDICATING DIAL TYPE ELASTIC ELEMENT.
- 5.4. OIML. ORGANISATION INTERNATIONALE DE METROLOGIE LEGALE. INTERNATIONAL RECOMMENDITION No. 17. INDICATING PRESSURE GAUGES. VACCUUM GAUGES AND PRESSURE VACCUUM GAUGES, ORDINARY INSTRUMENTS. SECOND EDITION 1981.
- 5.5. FERNANDEZ FASSNACHT E. NOTAS SOBRE MEDICION DE PRESION. UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA. IZTAPALAPA 1990.
- 5.6. NOM-CH-58-1985. INSTRUMENTOS DE MEDICION, MANOMETROS CON ELEMENTO ELASTICO. METODO DE CALIBRACION CON BALANZA DE PESOS MUERTOS.
- 5.7. NOM-CUBANA MANOMETROS, VACUOMETROS Y MANOVACUOMETROS DE DEFORMACION ELASTICA. INDICADORES DE TRABAJO.
- 5.8. CURSO TEORICO/PRACTICO PARA LA CALIBRACION DE MANOMETROS Y MANOVACUOMETROS. TECNICAS DE CONTROL. EFECTUADO EN EN LAB. FARMACEUTICO LAKE-SIDE, TOLUCA EDO. DE MEXICO. DIC. 1991. NOTAS.

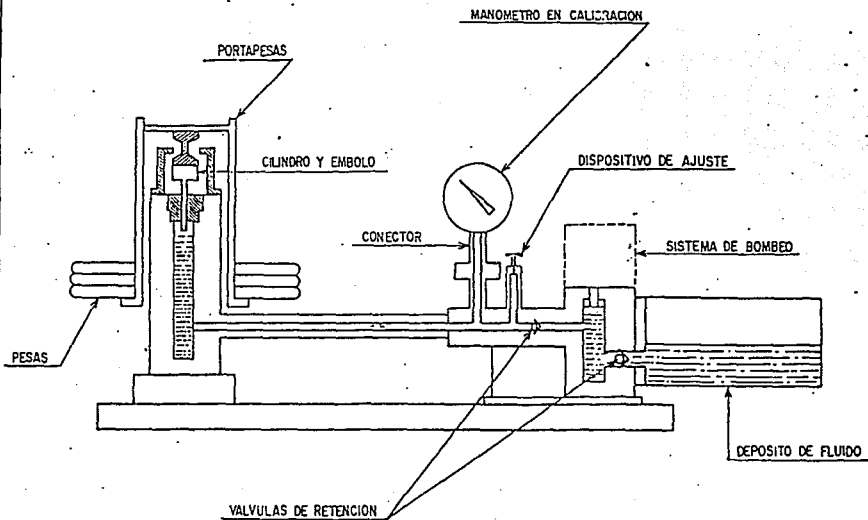
5.9. PRIMER TALLER DE METROLOGIA PARA LA INDUSTRIA METAL  
MECANICA < INSTRUMENTOS DE MEDICION DE PRESION>.  
EFECTUADO EN SECOFI . JUN. 1992. ING. PABLO OLVERA A.

5.10. CURSO TEORICO DE MEDIDORES DE PRESION. METODOS DE  
CALIBRACION Y CONTROL.LAB. DE CALIBRACION Y ASESORIA EN  
METROLOGIA. LAB. CERTIFICADO ANTE SNC. NOTAS. ING. PABLO  
OLVERA ARANA. DIC. 1992.

#### 6.0 AUTORIZACIONES

ELABORO:----- FECHA:-----  
GERENCIA DE ACTIVIDAD:----- FECHA:-----  
GERENCIA ASEG. CALIDAD:----- FECHA:-----  
DIRECCION INDUSTRIAL:----- FECHA:-----





Escuela: no

Acol no

Dibujó: A. M. T.

ESQUEMA DE INSTALACION DEL CONJUNTO BALANZA  
DE PESOS MUERTOS - MANOMETRO

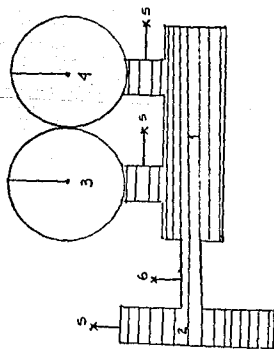
NOM - CH -

Fig. 1

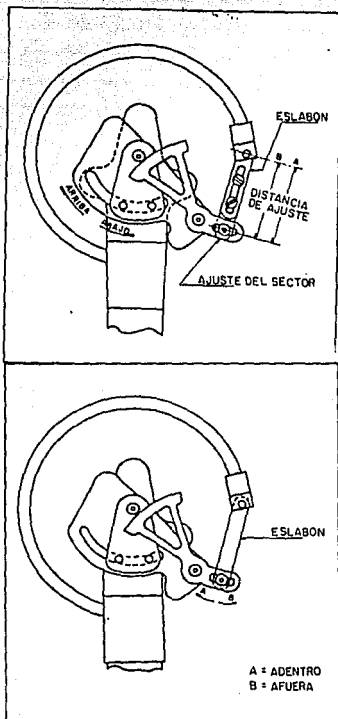
SISTEMA DE CALIBRACION DE MANOMETROS POR MANIFULL

FIG. # 2

- 1.- MANIFULL
- 2.- SISTEMA DE PRESION
- 3.- MANOMETRO PATRON < CERTIFICADO >
- 4.- MANOMETRO A CALIBRAR
- 5.- LLAVES DE PASO
- 6.- VALVULAS DE ALIVIO



ESQUEMAS PARA AJUSTES DE MANOMETROS DE TIPO BOURDON







FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES      FECHA DE ACTIVACION

DOCUMENTO No. :      SUSTITUYE A:

PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE OPERACION

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DE VERNIERS Y MICROMETROS

### 1.0. PROPOSITO

1.1. Establecer un procedimiento para la calibración de verniers y micrómetros, para asegurar la exactitud en las determinaciones que se lleven a cabo en los diferentes procesos.

### 2.0. RESPONSABILIDAD

2.1. Es responsabilidad del departamento de Calibraciones realizar las verificaciones de todos los instrumentos existentes en todas las áreas.

2.2. Es responsabilidad de todo el personal involucrado utilizar instrumentos calibrados y con etiqueta vigente.

### 3.0. INFORMACION GENERAL

3.1. CALIBRADOR VERNIER: Es un instrumento de medición directa, con la cual se pueden hacer mediciones con cierto grado de exactitud, de acuerdo a la legibilidad

del mismo.

El calibrador consiste de una regla rígida graduada, en cuyo extremo lleva un tope llamado palpador fijo. Sobre la regla desliza un cursor al que se le llama vernier o nonio, cuyas graduaciones difieren de la regla y son las que nos determinan la legibilidad del instrumento.

3.2. MICROMETRO: Es un instrumento de medición directa, se utiliza generalmente para medir con una precisión de centésimos de milímetro o de milésima de pulgada. El principio de operación del instrumento consiste en que: si un tornillo montado sobre una tuerca fija se hace girar, el desplazamiento de este tornillo, en el sentido longitudinal, es proporcional al giro dado.

3.3. BLOQUES PATRON: Bloques paralelepípedos de acero templado y estabilizado de gran dureza. Todas las caras de estos bloques están finamente rectificadas, siendo perfectamente planos y paralelos, distando entre si la longitud nominal grabada sobre el patrón, esta longitud es dada a una temperatura de 20 °C y 50 % de humedad relativa.

#### 4.0. PROCEDIMIENTO

##### 4.1. EQUIPO Y MATERIAL

###### 4.1.1. MICROMETROS A CALIBRAR

###### 4.1.2. VERNIERS A CALIBRAR

#### 4.1.3. BLOQUES PATRON O GALGAS CERTIFICADAS

#### 4.1.4. LLAVES DE GANCHO

#### 4.1.5. GUANTES DE ALGODON

#### 4.1.6. MARMOL O PLACA RECTIFICADA

#### 4.1.7. ACEITE LIGERO

#### 4.1.8. FRANELA SECA

### 4.2. SERVICIO DEL CALIBRADOR

4.2.1. Quite el polvo y las virutas del cursor y de las caras de medición de los palpadores.

4.2.2. la cremallera puede ser limpiada con aceite ligero. Aplique unas gotas pequeñas para evitar escurrimiento.

4.2.3. Este instrumento es de precisión, al guardarlo hágalo en su estuche.

### 4.3. MANEJO DE LOS BLOQUES PATRON O GALGAS

Las galgas patrón deberán manejarse con mucho cuidado. Primeramente porque son de precio muy elevado y en segunda servirán de base para la calibración de todos los instrumentos de medición. Por lo tanto será necesario, tratarlas adecuadamente para que no se pierda el pulido de sus caras de medida y por lo tanto, su adherencia y para evitar un desgaste anormal.



#### 4.3.1. RECOMENDACIONES PARA SU CONSERVACION.

4.3.1.1. Evitar dejar los bloques en atmósfera húmeda, ácida ó abrasiva.

4.3.1.2. No utilizar los bloques con las manos sucias o húmedas.

4.3.1.3. Antes de efectuar una verificación, límpielas cuidadosamente con una gamuza, no utilice solventes para desengrasarlas.

4.3.1.4. Limpie cuidadosamente las piezas a verificar que hayan de tener contacto con los bloques.

4.3.1.5. No force ningún bloque o combinación de estos al entrar a la longitud a verificar. La dimensión se deberá estimar por frotamiento suave, sin esfuerzo.

4.3.1.6. Evite golpes, caídas o cualquier otro maltrato, recuerde que es la dimensión más precisa que se cuenta.

4.3.1.7. Las verificaciones deben hacerse en sistemas controlados de humedad relativa y temperatura.

< 20°C Y 50 % Humedad relativa >.

4.3.1.8. Después de que se hizo uso de ellas, límpielas cuidadosamente.

4.3.1.9. Engráselas cuidadosamente con un lubricante neutral.

#### 4.3.2. VERIFICACION PARA EXTERIORES EN VERNIERS

4.3.2.1. Realizar la limpieza del instrumento, tal y como se señaló en párrafos anteriores.

4.3.2.2. Ajustar a cero antes de la verificación. Asegúrese que al cerrar los palpadores, la líneas coincidan con la regla y el indicador.

4.3.2.3. Monitorear el control de humedad relativa y temperatura, con ayuda de un termohigrómetro calibrado.

4.3.2.4. Colocar todo el material y equipo sobre una placa rectificadora.

4.3.2.5. Determinar las longitudes de 10 % en 10 % hasta llegar a la escala máxima del instrumento a verificar.

4.3.2.6. Coloque el primer bloque patrón o bloques patrón entre los palpadores, sin forzarlas, estimar la dimensión por frotamiento suave.

4.3.2.7. Por superposición agrupar los bloques patrón para realizar las siguientes mediciones tomando en cuenta las caras pulidas.

4.3.2.8. Anotar los resultados en los formatos correspondientes, tomando en cuenta los valores certificados de los bloques patrón.

#### 4.3.3. CALIBRACION DE VERNIERS PARA CARAS DE INTERIORES

4.3.3.1. Utilizar como patrón los anillos o aros certificados o en su defecto un micrómetro calibrado.

4.3.3.2. Colocar sobre los palpadores para caras de interiores el micrómetro o los anillos certificados y verificar las longitudes de los instrumentos de 10 % en 10% hasta llegar al alcance máximo.

4.3.3.3. Registre los resultados en el formato correspondiente. ANEXO I

#### 4.4. METODO DE CALIBRACION PARA MICROMETROS

4.4.1. Colocar el comparador sobre un soporte

4.4.2. Limpiar los bloques patrón cuidadosamente

4.4.3. Coloque los bloques sobre la pieza de mármol rectificada.

4.4.4. Verifique las longitudes de 10 % en 10% hasta llegar al alcance máximo del instrumento.

4.4.5. Coloque el patrón de medición sobre los palpadores del micrometro, teniendo cuidado de colocar el bloque con la cara pulida hacia los palpadores.

4.4.6. Sustituya cuidadosamente el o los bloques y verifique la indicación de lectura mediante la aguja del cuadrante. < desplazamiento del palpador >

4.4.7. Todas las mediciones se llevarán a cabo a una temperatura de 20°C y humedad relativa de 50 %

#### 4.5. CRITERIOS DE ACEPTACION

##### ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES PARA CALIBRADORES VERNIERS

RANGO MAXIMO DE MEDIDA <mm>	ERROR TOTAL <mm>
00.00-----99.00	+ - 0.050
100.00-----199.00	+ - 0.060
200.00-----299.00	+ - 0.070
300.00-----399.00	+ - 0.080

##### ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES PARA MICROMETROS SEGUN JISB7502.

RANGO MAXIMO DE MEDIDA <mm>	ERROR TOTAL <mm>
+ de 75 hasta 150	+ - 0.002
+ de 150 hasta 225	+ - 0.003
+ de 225 hasta 300	+ - 0.004
+ de 300 hasta 375	+ - 0.005
+ de 375 hasta 450	+ - 0.007
+ de 450 hasta 500	+ - 0.008

#### 4.6. ACCIONES CORRECTIVAS

4.6.1. Si el instrumento se encuentra fuera de especificaciones, se le colocará la etiqueta correspondiente de fuera de servicio, se procederá a hacer otro ajuste y si no cumple se obsoleterá.

## 5.0 REFERENCIAS

5.1. NOM-CH-2-1983. INSTRUMENTOS DE MEDICION-CALIBRADORES VERNIER. D.G.N.

5.2. NOM-CH-99-1988. INSTRUMENTOS DE MEDICION-CALIBRADORES MICROMETRICOS PARA MEDICION DE EXTERIORES.

5.3. NOM-CH-54-1984. INSTRUMENTOS DE MEDICION-CALIBRADORES VERNIER CON PRECISION DE 0.02mm.

5.4. NOM-CH-92-1987. INSTRUMENTOS DE MEDICION-MICROMETROS PARA INTERIORES, DE TORNILLO, DE DOS TOPES DE CONTACTODE 1/100 mm, LLAMADOS CALIBRADORES.

5.5. CURSO TEORICO-PRACTICO DE METROLOGIA BASICA DIMENSIONAL< CALIBRADOR VERNIER, BLOQUES PATRON, MICROMETROS, COMPARADOR DE CARATULA, HABILIDAD DE DISPOSITIVOS E INSTRUMENTOS DE MEDICION>. EFECTUADO EN LA ASOCIACION MEXICANA DE ESTADISTICA Y CONTROL DE CALIDAD A. C. SEPT. 1991, ENERO 1992. NOTAS.

## 6.0 AUTORIZACIONES

ELABORO:----- FECHA:-----  
GCIA. DE ACTIVIDAD:----- FECHA:-----  
GCIA. ASEG. CALIDAD:----- FECHA:-----  
DIRECCION INDUSTRIAL:----- FECHA:-----

A N E X O I

R E P O R T E D E C A L I B R A C I O N

SOLICITANTE:-----  
 DESCRIPCION:-----  
 No. DE CALIBRACION:----- MARCA:-----  
 SERIE:----- INTERVALO:-----  
 DIVISION MINIMA:----- INTERV. DE CAL.:-----  
 CLASIFICACION:-----  
 PATRON DE REFERENCIA:-----  
 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION:-----

R E S U L T A D O S

LECTURA PATRON	LECT. INSTRUMENTO		ERROR ABS.
	INTERNO	EXTERNO	
mm	mm	mm	mm

TEMPERATURA PROMEDIO:----- HUMEDAD RELAT.:-----  
 FECHA DE EXPEDICION:----- VIGENCIA:-----  
 CALIBRO:----- RESP. TECNICO:-----

PARTES QUE CONSTITUYEN A UN VERNIER Y MICROMETRO

VERNIER	MICROMETRO
PALPADOR FIJO	ROSCADA HEMBRA
PALPADOR MOVIL	ROSCADA MACHO
VERNIER	TOPE FIJO
PALPADOR DE PROFUNDIDADES	CILINDRO INTERNO
REGLA PRINCIPAL	CILINDRO
	TUERCA DE AJUSTE
	TAMBOR, TRINQUETE

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

FECHA DE ACTIVACION

DOCUMENTO No.:

SUSTITUYE A:

PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE OPERACION

CALIBRACION DE TERMOMETROS DE LIQUIDO EN VIDRIO

### 1.0. PROPOSITO

1.1. Disponer de un procedimiento para la calibración y/o verificación de termómetros de líquido en vidrio, para mantener el instrumento dentro de los límites confiables de Calidad, para obtener resultados reales sin errores de medición.

### 2.0. RESPONSABILIDAD

2.1. Es responsabilidad del técnico instrumentista llevar a cabo este procedimiento.

2.2. Es responsabilidad del usuario, reportar cualquier desviación observada en el uso de los termómetros que han sido calibrados, así como reportar el término de la vigencia de la calibración.

### 3.0. INFORMACION GENERAL

3.1. Los termómetros de vidrio con líquido son el instrumento de medición de temperatura más difundido, debido a la facilidad de su manejo, confiabilidad, exactitud y a la gran gamma de temperaturas en que se



puede utilizar.

### 3.2. CLASIFICACION DE LOS TERMOMETROS

3.2.1. Según la escala termométrica se clasifican en :

Termómetros de Barra:La escala se encuentra directamente sobre la pared gruesa del capilar.

Termómetros de Oclusión:La escala se encuentra sobre un soporte independiente, separado del capilar, el capilar y el soporte de la escala se encuentran encerrados en un tubo de revestimiento.

3.2.2. SEGUN EL LIQUIDO QUE CONTIENEN:

Humectantes

No Humectantes

3.2.3. SEGUN EL GRADO DE INMERSION:

Total:Indicados para tomar temperaturas cuando el bulbo y la totalidad de la columna del líquido termométrico son expuestos a la misma temperatura.

Parcial:Diseñados para tomar la temperatura cuando el bulbo y una parte específica de la columna se encuentran a la temperatura que se quiere determinar. La columna emergente se encuentra a la temperatura ambiente.

3.2.4. OTROS TIPOS:

Termómetros de Beckman

Termómetros de Contacto

Termómetros de extremos < máximos- mínimos >

Termómetros de columna y calorimétricos.

#### 4.0. PROCEDIMIENTO

##### 4.1. EQUIPO Y MATERIAL

4.1.1. TERMOMETROS ESTANDARES CERTIFICADOS

4.1.2. TERMOMETROS A VERIFICAR

4.1.3. ICE POINT DE REFERENCIA K-140, ERROR INSTRUMENTAL DE  $0.02^{\circ}\text{C}$  Y ESTABILIDAD DE  $0.02^{\circ}\text{C} / 1.0 \text{ HR.}$

4.1.4. KAYE HTR-300 DE  $50-300^{\circ}\text{C}$  CON ESTABILIDAD DE APROXIMADAMENTE  $0.2^{\circ}\text{C} / 1.0 \text{ HR.}$

4.1.5. TERMOMETRO DE COLUMNA CERTIFICADO O FLUKE DIGITAL 52 K/J CON ENTRADA A 2 TERMOPIRES.

##### 4.2. INSPECCION OCULAR:

Antes de la calibración de un termómetro de vidrio se debe someter a una inspección ocular, para detectar fallas o defectos que pudiera tener.

4.2.1. Verificar la uniformidad de las marcas.

4.2.2. verificar que el líquido termométrico esté libre de cualquier discontinuidad y constituir una sola unidad coherente . Las discontinuidades más comunes que se presentan son :

Burbuja de gas en el bulbo:para eliminar este defecto se enfriará el termómetro sumergiéndolo en una mezcla fría, hasta que todo el mercurio se introduzca en el bulbo, permitiendo la liberación de las burbujas de gas.Luego

llevar el termómetro a la temperatura ambiente, retirándolo de la mezcla fría, primero la columna y después de algunos minutos hasta que haya adquirido la temperatura ambiente, el bulbo.

Burbujas de gas en la cama de contracción: Este defecto se elimina enfriando el termómetro hasta que la columna del mercurio haya descendido lo suficiente como para liberar las burbujas de gas.

Columna dividida: Este defecto se elimina golpeando suavemente el termómetro con la mano, o bien mediante la aplicación de un método de centrifugación.

4.3. Después de observar defectos en la uniformidad de la escala, fraccionamiento de la columna, etc. de no encontrarse en buen estado se obsoleterá.

4.4. Previo a la calibración el termómetro o los termómetros se dejarán en reposo expuestos a la temperatura ambiente durante 72 hrs.

4.5. Comparar todas las lecturas de los termómetros en forma ascendente, para que el menisco no cambie de forma durante la lectura.

4.6. CANTIDAD , SELECCION Y SECUENCIA DE LOS PUNTOS DE ENSAYO.

4.6.1. Los puntos de ensayo vecino se deben distribuir en la escala con la mayor uniformidad posible.

ESTE MANEJO DEBEN  
SER DE LA BIBLIOTECA

4.6.2. Determinar como punto fijo 0 °C y en los termómetros que no tengan el punto 0 °C, el primer punto de ensayo será el más próximo a 0 °C, arriba del punto 0 °C los puntos de ensayo se deben ordenar crecientemente.

4.6.3. Cuando se haya probado el punto más alto de la escala, repetir el ensayo del primer punto, descendiendo la temperatura en forma lenta sin extraer el termómetro del baño.

4.6.4. Los termómetros con escala que no sobrepase los 110 °C se deben mantener por lo menos 3 días a temperatura ambiente antes de repetir el ensayo al primer punto.

4.7. Conecte el ICE POINT KAYE a la toma de corriente y espere 20 min. para el calentamiento del equipo.

4.8. Proceda a colocar en el termoposo correspondiente el termómetro certificado y el termómetro a verificar a una temperatura de 0 °C. Es importante determinar el tipo de inmersión del termómetro para colocarlo correctamente Espere 15 min, tome la lectura y regístrela en el reporte correspondiente.

4.9. Como mínimo serán 2 personas quienes tomen la lectura, teniendo cuidado de no cometer errores de paralaje.

#### 4.11. PREPARACION DE UN PUNTO DE FUSION DE HIELO, SI NO SE CUENTA CON EL BANO ICE POINT < KAYE >.

La calidad del agua utilizada, deberá presentar una conductividad no mayor a 1.0 micromhos/ cm 3.

El tipo de recipiente o baño será un DEWAR, aislado con poliuretano y que presente un dren.

El tamaño del hielo es de tipo FRAPPE.

Llenar el dewar hasta 5.0 cm del borde.

Añadir agua preenfriada.

Drenar y agitar durante 30 min, añadiendo agua si es necesario.

Colocar los termómetros a calibrar y el patrón en el baño por espacio de 15 min. hasta lograr la estabilización.

Este tipo de prueba asegura una exactitud de 1.0 milikelvin.

#### 4.12. PUNTOS DE ENSAYO

4.12.1. Conectar el sistema HTR-300 y dejarlo estabilizar por 30 min.

4.12.2. Colocar el termómetro patrón y el que se va a calibrar en el termoposo correspondiente.

4.12.3. Seleccionar en el baño la temperatura deseada, según se requiera en la calibración.

4.12.4. Una vez alcanzada la temperatura, leer

simultáneamente la lectura de ambos termómetros, evitando errores de paralaje.

4.12.5. Las lecturas se pueden tomar a intervalos de 10 a 50°C o distribuir las uniformemente en toda la escala.

En las lecturas deberán incluirse, las temperaturas más frecuentes, utilizadas en el termómetro.

4.12.6. Por cada lectura tomada se debe estabilizar el baño por espacio de 20 min.

4.13. FACTOR DE CORRECCION POR COLUMNA EMERGENTE.

4.13.1. Los termómetros de vidrio para inmersión total, cuando no están sumergidos hasta donde marque el baño de temperatura, se corregirá utilizando la fórmula:

$$C_e = K_n < T - t >$$

DONDE:

n= número de grados emergentes

T= temperatura de la ampolla

t= temperatura promedio de la columna emergente

K= coeficiente de dilatación relativa del líquido termométrico en función de la clase de vidrio de la que esta hecho el bulbo. < 0.00016 /°C para el Hg >

-Para obtener los valores promedios del valor t deberán colocarse termopares distribuidos uniformemente en toda la columna emergente.

-Tomar como mínimo 5 lecturas en todo el rango de la

columna emergente.

-Sumar las lecturas y obtener el promedio

4.14. Terminada la calibración, se reportarán los resultados al supervisor del área en el cual esté instalado el instrumento.

#### 4.15. PERIODICIDAD

La calibración se llevará a cabo cada 6 meses

#### 4.16. CRITERIOS DE ACEPTACION

Las lecturas del termómetro a calibrar, no deben ser mayores que las especificadas en la tabla # 1

### T A B L A # 1

ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES PARA TERMOMETROS DE LIQUIDO EN VIDRIO.

DE °C	A °C	DIVISION DE LA ESCALA °C						
		0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0
-5.0	30				0.2	0.2		1.0
30.0	60	0.04	0.08	0.15	0.2	0.25	0.5	1.0
60.0	100	0.04	0.08	0.15	0.25	0.3	1.0	1.0
101	200		0.1	0.25	0.5	0.5	1.0	2.0
201	300			0.4	1.0	1.0	2.5	3.0
301	400				1.0	1.0	3.0	4.0
401	500						3.5	5.0

#### 4.17. ACCIONES CORRECTIVAS

Si el termómetro presenta desviaciones al estándar, el termómetro no debe ser utilizado.

#### 5.0. REFERENCIAS

5.1. MEDIOS DE TEMPERATURA. MANUAL DEL INGENIERO QUIMICO. TOMO II PP. 1977-1979; JOHN H PERRY; 3a EDICION EDITORIAL UTHEA 1982.

5.2. CURSO. PRIMER TALLER DE METROLOGIA PARA LA INDUSTRIA METAL MECANICA < TERMOMETROS DE LIQUIDO EN VIDRIO > SECOFI. JUN. 1992 FIS. MANRIQUE HUMBERTO M.

5.3. CURSO TEORICO-PRACTICO PARA LA CALIBRACION DE TERMOMETROS VARIOS. TECNICAS DE CONTROL. EFECTUADO EN LABORATORIO FARMACEUTICO DE LAKE-SIDE. TOLUCA EDO. DE MEXICO. DIC. 1992.

5.4. VERIFICATION AND CALIBRATION OF LIQUID- IN GLASS THERMOMETERS ASTM E77-084.

5.5. TERMOMETRO DE LIQUIDO EN VIDRIO-CLASIFICACION-90-14-24. NORMA CUBANA. 1984.

5.6. TERMOMETROS DE LIQUIDO EN VIDRIO-METODOS Y MEDIOS DE VERIFICACION. 90-14-09. NORMA CUBANA.

5.7. TERMOMETROS CLINICOS-METODOS Y MEDIOS DE VERIFICACION. 90-14-05. NORMA CUBANA 1980.

5.8. MONOGRAFIA NBS 150 1988.



5.9. MANUAL DE OPERACION DEL EQUIPO DE TEMPERATURA MARCA  
KAYE 1987.

5.10. CATALOGO 1987 DE TEMPERATURA OMEGA.

#### 6.0 AUTORIZACIONES

ELABORO:----- FECHA:-----

GCIA DE ACTIVIDAD:----- FECHA:-----

GCIA ASEG. CALIDAD:----- FECHA:-----

DIRECCION INDUSTRIAL:----- FECHA:-----

R E P O R T E D E C A L I B R A C I O N

EQUIPO:-----

No DE CALIBRACION:----- MARCA:-----

SERIE:----- INTERVALO:-----

DIVISION MINIMA:----- INTERVALO CAL.:-----

CLASIFICACION:-----

PATRON DE REFERENCIA:-----

R E S U L T A D O S

LECTURA PATRON	LECTURA EQUIPO	ERROR
°C	°C	°C
-----	-----	-----
-----	-----	-----
-----	-----	-----
-----	-----	-----
-----	-----	-----

OBSERVACIONES:-----  
-----

FECHA DE CALIBRACION:----- VIGENCIA:-----

CALIBRO:----- RESPONSABLE:-----

ERROR MAXIMO PERMITIDO:-----

REPORTE DE CALIBRACION DE BALANZAS Y BASCULAS

FECHA: 24-FEBRERO-1993 MARCA: METTLER AM-100  
 CLAVE: CCA01006 SERIE: SNR-H4567  
 INSTRUMENTO: BALANZA ANALITICA CAPACIDAD: 110.0 g  
 DIVISION MINIMA: 0.0001 g INTERVALO DE CAL.: 100 g  
 METODO DE CALIBRACION: COMPARACION DIRECTA  
 PATRON DE REFERENCIA: MARCO DE PESAS, COBO SPAIN MODELO  
 S/M , SERIE: S/N , ALCANCE DE DIVISION: 3001.11 g  
 DIVISION MINIMA: 1.0 mg VIGENCIA: 14/IV/93  
 TERMOHIGROMETRO: COLE-PALMER CALIBRADO.

R E S U L T A D O S

E X A C T I T U D

PRUEBA ASCENDENTE

LECTURA	PATRON EN:	LECT. INST	DIFERENCIA	ERROR
#	g	g	g	+ - d
1	10.0008	10.0008	00.0000	1.0
2	20.0007	20.0007	00.0000	1.0
3	30.0011	30.0011	00.0000	1.0
4	40.0019	40.0019	00.0000	1.0
5	50.0006	50.0006	00.0000	1.0
6	60.0010	60.0009	-00.0001	1.0
7	70.0013	70.0012	-00.0001	1.0

8	80.0017	80.0016	-00.0001	1.0
9	90.0025	90.0024	-00.0001	1.0
10	99.9998	99.9997	-00.0001	1.0

PRUEBA DESCENDENTE

1	99.9998	99.9997	-00.0001	1.0
2	90.0025	90.0024	-00.0001	1.0
3	80.0017	80.0016	-00.0001	1.0
4	70.0013	70.0012	-00.0001	1.0
5	60.0010	60.0009	-00.0001	1.0
6	50.0006	50.0006	00.0000	1.0
7	40.0019	40.0019	00.0000	1.0
8	30.0011	30.0011	00.0000	1.0
9	20.0007	20.0007	00.0000	1.0
10	10.0008	10.0008	00.0000	1.0

TOLERANCIA PERMITIDA: +- 0.0001 g < PRECISION ESPECIAL I >

M O V I L I D A D

MASA INICIAL: 0.0001 g

MASA FINAL: 0.0001 g

MASA DEL PATRON: 0.00012 g

ERROR : 0.00002 g

TOLERANCIA PERMITIDA: +- 0.5 d

F I D E L I D A D

LECTURA	PATRON EN :	LECT. INST.	DIFERENCIA	ERROR
#	g	g	g	+ - d
CENTRO	50.0006	50.0006	00.0000	1.0
IZQUIERDA	50.0006	50.0004	-00.0002	1.0
DERECHA	50.0006	50.0005	-00.0001	1.0
FRENTE	50.0006	50.0003	-00.0003	1.0
ATRAS	50.0006	50.0004	-00.0003	1.0

TEMPERATURA INICIAL: 25.0 °C    TEMPERATURA FINAL: 26.0 °C

HUMEDAD RELATIVA: 50.0 +- 2.0 %

CALIBRO: ADHEMIR ROJAS MARTINEZ      FIRMA:

OBSERVACIONES: EL INSTRUMENTO SE ENCUENTRA FUERA DE ESPECIFICACIONES, POR LO QUE SE DEBE SOLICITAR SERVICIO EXTERNO PARA LA VERIFICACION DE LA NIVELACION DE LOS FLEJES, CAUSANTES DE LOS DESAJUSTES EN LA PRUEBA DE POSICION.

DISPOSICION FINAL: " FUERA DE SERVICIO "



SECRETARIA DE  
COMERCIO Y  
FOMENTO INDUSTRIAL

DIRECCION GENERAL DE NORMAS  
DIRECCION DE NORMALIZACION  
SUBDIRECCION DE METROLOGIA

RESULTADOS



VALOR NOMINAL (g)	VALOR DETERMINADO (g)	ERROR ABSOLUTO (mg)
1000	1000,01	- 10
1000*	1000,00	- 0
500	500,01	- 10
200	200,000 5	- 0,5
100	100,001 6	- 1,6
100*	99,999 8	0,2
50	50,000 6	- 0,6
20	20,000 7	- 0,7
10	10,000 4	- 0,4
10*	10,000 8	- 0,8
5	5,000 7	- 0,7
2	2,000 7	- 0,7
2*	2,001 1	- 1,1
1	1,000 3	- 0,3
0,5	0,499 9	0,1
0,2	0,200 1	- 0,1
0,2*	0,199 8	0,2
0,1	0,099 8	0,2
0,05	0,049 4	0,6
0,02	0,010 9	0,1
0,02*	0,019 8	0,2
0,01	0,010 3	- 0,3
0,005	0,005 7	- 0,7
0,002	0,002 2	- 0,2
0,002*	0,002 3	- 0,3
0,001	0,001 2	- 0,2

EL SUBDIRECTOR DE METROLOGIA

*Jose Luis Avila Perez*  
ING. JOSÉ LUIS ÁVILA PÉREZ

REPORTE DE CALIBRACION DE MANOMETROS BOURDON

PLANTA: FARMACEUTICA REFERENCIA: PEO MANOMETROS

DESCRIPCION DEL EQUIPO: MANOMETRO METRON, MODELO S/M

SERIE: S/N INTERVALO: 0.0 HASTA 7.0 Kg/ cm 2.

CLASE DE EXACTITUD: NO INDICADO.

ESTANDAR DE CALIBRACION: MANOMETRO DEWITT, MODELO S/M

SERIE: S/N ; INTERVALO: 0.0 HASTA 7.0 Kg/cm2.

CLASE DE EXACTITUD: 0.06 ; VIGENCIA: DICIEMBRE-04-1992

TERMOHIGROMETRO : COLE-PALMER , CALIBRADO.

R E S U L T A D O S

Kg/cm2		Kg/cm2	
PRIMERA	CORRIDA	SEGUNDA	CORRIDA
ASCENSO	DESCENSO	ASCENSO	DESCENSO
0.00000	7.00000	0.00000	7.00000
1.50000	6.00000	1.50000	6.00000
3.00000	4.50000	3.00000	4.40000
4.50000	3.00000	4.40000	3.00000
6.00000	1.50000	5.90000	1.50000
7.00000	0.00000	6.90000	0.00000

1.0 Kg/cm2 = 98066.520482 Pa

P R E S I O N            P A T R O N

< MPa >	Kg/cm2
0.00000	0.00000
0.14559	1.484597
0.29218	2.979361
0.43826	4.469040
0.58485	5.963802
0.68207	6.955225

1.0 Kg/ cm2 = 98066.520482 Pa

ERROR DE REPETIBILIDAD: 0.1 %

ERROR DE HISTERESIS: 0.1 %

ERROR ABSOLUTO: 0.069 %

ERROR MAXIMO PERMITIDO: 1.0 % DE LA ESCALA TOTAL

TEMPERATURA INICIAL: 21 °C

TEMPERATURA FINAL : 21 °C

HUMEDAD RELATIVA: 50 +- 2 %

FECHA DE CALIBRACION : 5-JUNIO-1992      VIGENCIA: 6 MESES

CALIBRO: ADHEMIR ROJAS MARTINEZ      FIRMA:

OBSERVACIONES: DISPOSICION APROBADO < SATISFACE LOS  
 LIMITES MAXIMOS DE ERROR PERMISIBLE MANIFESTADOS POR EL  
 PROVEEDOR. >



Resultados  
\*\*\*\*\*

Presión Patrón [ MPa ]	[ kg/cm <sup>2</sup> ]	Presión Examinando [ kg/cm <sup>2</sup> ]
---------------------------	------------------------	--

0.0000	0.00000	0.00000
0.14559	1.484597	1.500000
0.29218	2.979361	3.000000
0.43826	4.469040	4.500000
0.58485	5.963802	6.000000
0.68207	6.955225	7.000000

kg/cm<sup>2</sup> = 98066.520482 Pa

NOTA: El error máximo relativo manifestado contiene el criterio de la norma DIN 16005 y los resultados son válidos para el estado y condición del instrumento durante la medición.

REPORTE DE CALIBRACION DE VERNIERS Y MICROMETROS

SOLICITANTE: CONTROL DE CALIDAD < INSPECCION >

DESCRIPCION: VERNIER DIGITAL, MARCA MITUTOYO

SERIE: 0035A23. No. DE CALIBRACION: 1

INTERVALO: 00.00 a 150.00 mm

DIVISION MINIMA: 0.01 mm

INTERVALO DE CALIBRACION: 00.00 A 80.00 mm

PATRON DE REFERENCIA: BLOQUES PATRON. MARCA: MITUTOYO

SERIE: 042766. GRADO: " 1 "

VIGENCIA: 30-NOVIEMBRE -1993.

R E S U L T A D O S

LECTURA PATRON	LECTURA EN INSTRUMENTO		ERROR ABSOLUTO	
	EXTERNO	INTERNO	EXTERNO	INTERNO
mm	mm	mm	mm	mm
01.060	01.060	-----	00.000	-----
01.490	01.480	-----	-00.010	-----
02.120	02.110	-----	-00.010	-----
02.980	02.970	-----	-00.010	-----
05.250	05.250	-----	00.000	-----
10.170	10.160	10.170	-00.010	00.000
20.230	20.230	20.200	00.000	-00.030

LECTURA PATRON	LECTURA EN INSTRUMENTO		ERROR ABSOLUTO	
	EXTERNO	INTERNO	EXTERNO	INTERNO
mm	mm	mm	mm	mm
30.360	30.350	30.340	-00.010	-00.020
40.370	40.350	40.350	-00.020	-00.020
50.540	50.550	50.530	00.010	-00.010
60.600	60.610	60.610	00.010	00.010
70.770	70.750	70.760	-00.020	-00.010
81.120	81.120	81.110	00.000	-00.010

ERROR MAXIMO REGISTRADO: 00.03 mm

TOLERANCIA PERMITIDA: 00.05 mm

TEMPERATURA INICIAL: 20 °C

TEMPERATURA FINAL: 21 °C

HUMEDAD RELATIVA: 50 +- 2 %

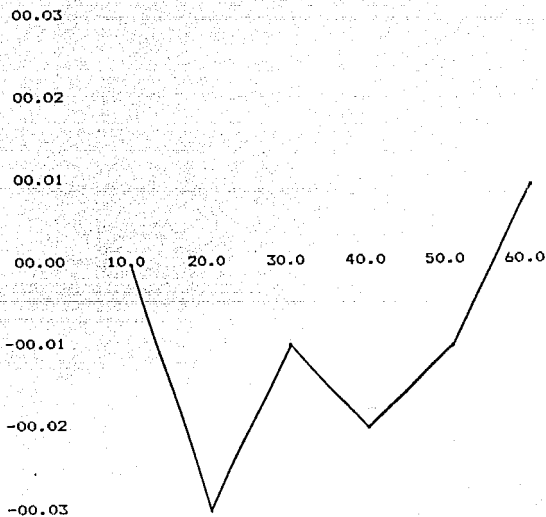
CALIBRO: ADHEMIR ROJAS MARTINEZ

FIRMA:

OBSERVACIONES: NO SE VERIFICO EL ALCANCE MAXIMO DEL INSTRUMENTO DADO EL ALCANCE DE LOS BLOQUES PATRON.

DISPOSICION: SATISFACE LAS ESPECIFICACIONES.

# G R A F I C A D E H I S T E R E S I S





## R E P O R T E D E C A L I B R A C I O N

EQUIPO: TERMOMETRO DE LIQUIDO EN VIDRIO, INMERSION  
PARCIAL. No. DE CALIBRACION: 1

MARCA Y SERIE: TAYLOR , S/N

CAPACIDAD Y DIVISION MINIMA: -20 A 150 °C / 1.0 °C

INTERVALO DE CALIBRACION: 0.0 A 150 °C

PATRON DE REFERENCIA: TERMOMETRO DE INMERSION PARCIAL,  
MARCA ASTM, MODELO 9C/IP15E, NUMERO DE SERIE SIC-T4,

ALCANCE DE MEDICION: -5.0 A 110 °C / 0.1 °C

TERMOMETRO DE INMERSION PARCIAL, MARCA TAYLOR, MODELO  
ASTM , SERIE 1742, ALCANCE: 97.0 °C A 155 °C/ 0.2 °C.

## R E S U L T A D O S

LECTURA PATRON	LECTURA DE EQUIPO	ERROR
°C	°C	°C
00.00	00.00	00.00
20.00	20.00	00.00
49.76	50.00	00.24
59.92	60.00	00.08
69.99	70.00	00.01
79.92	80.00	00.08
100.28	100.00	-00.28

LECTURA PATRON	LECTURA DE EQUIPO	ERROR
°C	°C	°C
109.98	110.00	00.02
129.95	130.00	00.05
150.05	150.00	-00.05

LOS RESULTADOS MUESTRAN QUE LAS CORRECCIONES SON MENORES A LAS INCERTIDUMBRES ESPECIFICADAS EN LAS CARACTERISTICAS DEL EQUIPO.

OBSERVACIONES:-----  
-----  
-----

FECHA DE CALIBRACION: MAYO-08-1992. VIGENCIA: 6 MESES  
CALIBRO: ADHEMIR ROJAS MARTINEZ

ERROR MAXIMO PERMITIDO: 1.0 °C < 00.00 A 100.0°C >  
2.0 °C < 101.0 A 150.0°C >

DISPOSICION: APROBADO.







# CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL I.P.N.

APARTADO POSTAL 14-740

MEXICO 07000, D.F.

TE-090-92  
Hoja: 2 de 2

## RESULTADOS

LECTURA PATRON °C	LECTURA TERMOMETRO °C	CORRECCION °C
0.01	0.0	.0.01
99.97	100.0	- 0.03
109.98	110.0	- 0.02
129.95	130.0	- 0.05
150.05	150.0	0.05

## CONCLUSIONES

Los resultados muestran que las correcciones son menores a la incertidumbre especificada en las características del equipo.

Responsable de la Medición

MONICA A. BOBADILLA

Responsable del Laboratorio

FIS. ENRIQUE H. MONTEMAYOR



CENTRO DE INVESTIGACION Y DE  
ESTUDIOS AVANZADOS DEL I.P.N.



MAR 6 1992



TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

METROLOGIA

## B.O. CONCLUSIONES

Con la actual apertura comercial, el país enfrenta grandes retos de competitividad; por ello la industria Nacional se ve obligada a mejorar no solo sus procesos de producción, si no implementar Sistemas de Garantía de Calidad, estableciendo las bases de un desarrollo desde un punto de vista metrológico.

Cabe mencionar que el desarrollo de los países industrializados se debe en gran parte a los programas de Metrología, Normalización, Verificación y Calibración. Dichos sistemas de Calidad propiciarán que los productos o servicios, realicen sus funciones de una manera más eficiente y competitiva a nivel Internacional.

El presente trabajo muestra la importancia que tienen el establecimiento de un buen Sistema de Calibración, para que los instrumentos y accesorios de un laboratorio de tipo farmacéutico o de cualquier índole, cuente con la exactitud, confiabilidad, evidencia objetiva y cumpla con las especificaciones, Controles y Normas que aseguren la Calidad de los productos.

La Normalización, la Metrología y el Control de Calidad, representan para la industria, el soporte que le permite

elevar la Calidad, implementar Sistemas de Producción más eficientes y Controles Modernos, en los cuales la Calibración y la cadena ininterrumpida de comparaciones de los patrones e instrumentos de medición en todas las fases del Sistema, contribuyen a garantizar que los procesos que se realicen sean confiables.

Después de analizar los resultados experimentales, se concluye que se cumple con los objetivos establecidos, indicándose los beneficios de UN SISTEMA DE CALIBRACION que deberán ser valorados de una manera práctica y sistemática, logrando particularmente a largo plazo en cuanto a costo-eficiencia, minimizar desperdicios, costos de mantenimiento de los equipos, así como un aumento en la confiabilidad y credibilidad de todos los instrumentos de medición de variables.

El contar con ensayos técnicos de medición, se pueden estimar las correcciones de los instrumentos de medición, bajo condiciones específicas y controladas. Con dichas correcciones y los criterios teóricos, basados en las prácticas de la incertidumbre, se puede establecer si un instrumentos es apto o no para continuar su utilización dentro de dicha incertidumbre.

## 9.0. RECOMENDACIONES

Se recomienda que en todos los niveles técnicos de enseñanza se hagan esfuerzos para la difusión y comprensión apropiada de los SISTEMAS DE CALIDAD y motivar el cambio hacia ese sistema y pugnar por el abandono del retraso Metrológico en nuestro País.

Una Política Nacional de Calidad debe contar con estos elementos como mínimo, si quiere lograr que la MICRO, PEQUEÑA Y MEDIANA empresa subsistan.

## 10.0. BIBLIOGRAFIAS

10.1. CURSO DE ENTRENAMIENTO PARA LA APLICACION DE LOS SISTEMAS TELOG. A LOS SERVICIOS DE CALIBRACION < PRESION, TEMPERATURA >.NOV. 5 1991. ING. STEPHEN LEMBARIS. ING. BARRY CECI.

10.2. CURSO PARA EL ENTRENAMIENTO EN LA UTILIZACION DE LOS TERMOMETROS FLUKE DIGITAL COMO PATRONES DE TRABAJO. ABC'S OF THERMOMETERS . ABRIL 1991.

10.3. NOVENO SEMINARIO ANUAL Y CUARTO ENCUENTRO NACIONAL DE METROLOGIA. EFECTUADO EN SECOFI. NOV. 1992.< AMMAC, CENTRO DE INSTRUMENTOS DE LA UNAM, COMITE CONSULTIVO TECNICO DE NORMALIZACION METROLOGICA, S.N.C., CINVESTAV, CENAM. >

10.4. CURSO DE METROLOGIA Y LAS NORMAS ISO 9000. D.G.N NOV. 1992. ING. LAWRENCE D. EICHER.

10.5. ISO/TAG4/WG3: JUNE 1992. GUIDE TO THE EXPRESSION OF UNCERTAINTY IN MEASUREMENT.

10.6. ISO-9002- REGISTRATION FOR CALIBRATION LABORATORIES RICHARD C. RANDALL-NATIONAL QUALITY MANAGER G. E. ELECTRONIC SERVICE-NCSL . 1992. WORKSHOP AND SYMPOSIUM.

10.7. ISO-9002- QUALITY SYSTEMS-MODEL FOR QUALITY ASSURENCE IN PRODUCTION AND INSTALATION.

10.8. ISO-10011-GUIDELINES FOR AUDITING QUALITY SYSTEMS

PART. 1: AUDITING

PART. 2: QUALIFICATION CRITERIA FOR QUALITY.

PART. 3: MANAGEMENT OF AUDIT PROGRAMS.

10.9. ISO-10012-1- QUALITY ASSURANCE REQUERIMENTS FOR MEASURING EQUIPMENT.

PART. 1 : METROLOGICAL CONFIRMATION SYSTEM FOR MEASURING EQUIPMENT.

10.10. NCSL RP-9-CALIBRATION LABORATORY CAPABILITY DOCUMENTATION GUIDELINE.

10.11. NOM-CC-1.....B. 1990. SISTEMAS DE CALIDAD. D.G.N.

10.12. NOM-Z-55-1986. METROLOGIA-VOCABULARIO DE TERMINOS FUNDAMENTALES Y GENERALES. D.G.N.