

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

REALIZACIÓN:

Se utilizará, para calibrar los equipos de medida y control, bloques patrón calibrados por un laboratorio externo acreditado y certificado con la norma ISO 17025. Estos bloques patrón, estarán sujetos a calibración anual como el resto de equipos. En caso de deterioro de los elementos de medición y control, a causa de accidentes (caídas, golpes, etc.), se realizará una recalibración de los dispositivos afectados

Cada año se realiza la calibración de los equipos de medida con los bloques patrón. Si el calibre permite cambiar el punto cero, cerrar del todo el calibre y poner a cero.

En cada ficha de calibración hay que anotar los resultados, teniendo en cuenta el nivel de incertidumbre que presente el equipo calibrador

5.2- Aplicación práctica:

Para la aplicación de estas VERIFICACIONES INTERNAS, se seguirán en todo momento las frecuencias de realización marcadas en el calendario de Calibración de la empresa.

Las actividades que se deben llevar a cabo son las siguientes:

1) DETERMINAR LAS FAMILIAS DE LOS INSTRUMENTOS

De la Lista de Equipos, se deben determinar las Familias de aplicación:
Ejemplo: Pie de rey, micrómetros, balanzas,....

En el caso de que haya más equipos de medida, se deberán crear nuevas familias, y determinar nuevos Métodos de Verificación.

2) DETERMINAR LOS PATRONES INTERNOS PARA LA CALIBRACIÓN

2.1 APLICACIÓN A PIES DE REY Y MICRÓMETROS

Para cada Familia, se identificarán los Medios / Patrones Internos para realizar la Verificación.

Para todo tipo de elementos de medición (calibre pie de rey, micrómetros, goniómetros, etc.) es necesario contar con un registro donde aparecerá detallado sus datos (el código del mismo, la marca, la resolución, el rango de medida etc.) y los valores tomados de cada control (una planilla donde muestra cada medida realizada, las diferencias, la repetibilidad, la incertidumbre, etc.)

Documento: FPOC-05	Fecha de creación febrero 1999
Autor: David Boyero	Revisión actual: OCTUBRE 2009 Página 1 de 19

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

Los siguientes datos son de suma importancia:

Tener una identificación única: Por ejemplo, para calibre pie de rey se puede asignar un código, como ser PR (Pie de Rey) y debe contar con un número único. Con las siglas "PR008" identificamos al calibre pie de rey número 8 por ejemplo.

Atención: La identificación puede realizarse con un lápiz de tipo eléctrico, el cual graba en la superficie del calibre, **NO** se debe utilizar en los calibres pie de rey digitales con la pila (batería) puesta, tomar la precaución de retirarla antes de grabar.
Marca del fabricante: Es importante tener en cuenta la marca para poder realizar estudios estadísticos de cuales marcas suelen tener problemas con determinado tipo de medida. Por ejemplo según registros la marca XX suele desgastarse más la zona de interiores que la marca FF.

Adicionales: Rango de medición. Resolución. Certificado de Calibración, actualizado, Valores de: medida del Patrón, Incertidumbre del mismo

En la Hoja de Registro se anotarán estos datos en las casillas correspondientes.

Se tendrá en cuenta:

T = Intervalo de Tolerancia mínimo de utilización del equipo de medida: quiere significar el menor intervalo de tolerancia para el cual está destinado el aparato; por ejemplo $T = 0,1 \text{ mm}$. quiere decir que el aparato podrá ser utilizado para medir tolerancias como: $\pm 0,05 \text{ mm}$.

E = División de escala (resolución) del equipo de medida: por ejemplo: Pie de Rey = $0,01 \text{ mm}$., Micrómetro = $0,001 \text{ mm}$, etc.

3) Método de calibración manual:

• Elementos necesarios para la calibración:

- *Caja de bloques patrones.
- *Anillos patrones o micrómetro de exterior con resolución 0.001 (previamente calibrado)
- *Mármol de referencia

• Acondicionamiento del calibre:

- *Limpiar el calibre correctamente.
- *Verificar que no presente golpes.
- *Cerrar las mandíbulas y verificar que no permita el pasaje de luz entre ellas.

• Acondicionamiento de los elementos para la calibración

- *Limpiar los bloques para que no queden rastros de grasa (la grasa de las manos suele traer inconvenientes para el "pegado" de las galgas una con otras).
- *Verificar que los elementos no presenten golpes o fisuras.
- *Contar con los certificados actualizados de las calibraciones de las galgas, los anillos y el micrómetro (* = en caso de necesitarlo). Recordar que cada elemento debe estar perfectamente identificado.

• Método de calibración propiamente dicho:

Documento: FPOC-05	Fecha de creación febrero 1999
Autor: David Boyero	Revisión actual: OCTUBRE 2009 Página 2 de 19

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

- Mandíbulas de exteriores:

Definir 11 puntos en la escala total del calibre. Es fundamental que se cuente con el punto inicial y el punto final del rango (1 punto para el inicial y 1 punto para el final). Los 9 puntos restantes deberán estar equidistantes en el resto de la escala del calibre.

Armar pilas de bloques patrones para poder formar cada punto de medida y controlar con el calibre.

Registrar la medida tomada y realizar 3 repeticiones como mínimo.

Cada medida con sus repeticiones y sus promedios deberá ser registrada.

El procedimiento de aceptación será tenido en cuenta por el personal de metrología autorizado en base a las normativas utilizadas por la empresa.

- Mandíbulas de interiores:

Una vez controladas (y aceptadas) las mandíbulas de exteriores se deberá proceder a controlar las de interiores.

Ya sabiendo que las mandíbulas de exteriores han sido aprobadas, las de interiores serán controladas en 5 puntos equidistantes (en caso de no contar con el micrómetro milesimal, estaremos sujetos a controlar el calibre con los anillos de referencia que tengamos eligiendo 5 a criterio).

- Coliza de profundidad:

Una vez controladas (y aceptadas) las mandíbulas de interiores, procederemos a medir en 1 punto cualquiera del recorrido con 3 repeticiones.

Colocar sobre el mármol un bloque patrón de manera vertical donde apoyará el calibre para luego deslizar el vástago hasta tocar el mármol.

Dentro del registro de calibración se deberá tener en cuenta la *incertidumbre de la medición* (Todo lo referido a incertidumbre será detallado más adelante ya que es un tema de características particulares y muy complejas).

MEDICIÓN EN 2 / 3 PUNTOS DE SU ALCANCE

En función del rango del aparato y de los Patrones internos disponibles, se determinarán los puntos de medición, distribuidos en su rango, tomando de manera genérica, 1/6 del rango inicial, zona central y 1/6 del rango final.

De manera orientativa, se pueden tomar:

Para los Pie de Rey:

0 – 150 mm:	22,5 mm.,	97,5 mm.,	137,5 mm
0 – 300 mm:	97,5 mm.,	197,5 mm.,	267,5 mm
0 – 500 mm:	137,5 mm.,	267,5 mm.,	442,5 mm
0 – 1.000 mm:	267,5 mm.,	442,5 mm.,	867,5 mm

Para los Micrómetros:

0 – 25 mm: 22,5 mm.,

Documento: FPOC-05	Fecha de creación febrero 1999
Autor: David Boyero	Revisión actual: OCTUBRE 2009 Página 3 de 19

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

25 – 50 mm:	27,5 mm.,	47,5 mm.
50 – 75 mm:	52,5 mm.,	72,5 mm.
75 – 100 mm:	77,5 mm.,	97,5 mm.
100 – 125 mm:	102,5 mm.,	122,5 mm.
125 – 150 mm:	127,5 mm.,	147,5 mm.
150 – 175 mm:	152,5 mm.,	172,5 mm.
175 – 200 mm:	177,5 mm.,	197,5 mm.

- **EJECUCIÓN DE 10 MEDIDAS EN CADA PUNTO**

En cada uno de los 2 / 3 puntos determinados, se realizarán 10 medidas del mismo patrón, por el mismo operador, anotando todos los resultados en la Hoja de Registro (una por cada aparato)

- **CUMPLIMENTACIÓN DE LOS REGISTROS**

Se anotarán los valores encontrados en la Hoja de Registro (en las casillas en blanco). En este registro se determinan automáticamente toda una serie de valores, mediante fórmulas, siguiendo las indicaciones de los procedimientos estándar de calibración, pero aligerados en sus cálculos y adecuados a una aplicación interna de la empresa.

- **DETERMINACIÓN DE LA VALIDEZ DEL EQUIPO**

A partir de los datos obtenidos, el Responsable de Calidad determinará la aceptación del Equipo o no.

*Un equipo **No Aceptable** deberá ser retirado, al menos, de su utilización en el intervalo de Tolerancia I para el que estaba trabajando.*

2.2 APLICACIÓN A BALANZAS

De aplicación para todas las balanzas a equilibrio de masas o pesas comparativas y balanzas monoplato analógicas o digitales

DEFINICIONES

Clase de precisión de las balanzas

Reagrupamiento de los distintos modelos de balanzas en clases de la misma precisión.

La clase de Precisión de la Balanza (C.P.B), es un parámetro que se determina según la fórmula:

$$C.P.B = \frac{\text{Valor de la división de escala (g)}}{\text{Rango máximo de la balanza (g)}}$$

Fidelidad

Aptitud de un instrumento para dar resultados idénticos para una misma carga

Documento: FPOC-05	Fecha de creación febrero 1999
Autor: David Boyero	Revisión actual: OCTUBRE 2009 Página 4 de 19

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

depositada o desplazada varias veces sobre el instrumento.

La fidelidad o variabilidad de un instrumento se evalúa aplicando una misma carga en diferentes puntos de la zona central del dispositivo receptor de carga evitando descentrar exageradamente esta carga

Punto de reposo

Para las balanzas de escala analógica, indicación de la escala correspondiente a la posición del indicador, en el momento en el que se invierte el sentido de su desplazamiento.

Sensibilidad

Es la relación entre la variación de la respuesta de un instrumento de medida y la variación de la carga que la origina.

PRERREQUISITOS Y PRECAUCIONES

Los equipos patrones a utilizar deberán encontrarse dentro del periodo de validez de calibración.

Si no están disponibles los equipos patrón a utilizar se sustituirán por otros de similar incertidumbre.

Efectuar una inspección visual del equipo a calibrar, con vistas a localizar cualquier anomalía. De haber anomalías anotarlas en la hoja de datos en el apartado de Observaciones.

Efectuar una limpieza de todas las superficies con disolvente no tóxico y si es necesario quitar el polvo con un pincel.

Verificar y, si fuese necesario, ajustar el nivelamiento de la balanza, en caso de que lo disponga.

Usar buena práctica en la aplicación de las masas (uso de guantes limpios, aplicación de la carga centrada, etc.).

Dejar un tiempo de estabilización antes de iniciar la calibración que se realizará en una sala de metrología a una temperatura de 20 ± 2 °C.

EQUIPOS PATRONES Y ACCESORIOS

Juego de masas patrón

Como accesorio de este procedimiento y para cada equipo, se utilizará la Ficha de Instrucciones de Calibración del mismo

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Calibración de las balanzas monoplato

Documento: FPOC-05	Fecha de creación febrero 1999
Autor: David Boyero	Revisión actual: OCTUBRE 2009 Página 5 de 19

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

Poner en funcionamiento la balanza, si es de tipo electrónico y dejar unos minutos para su calentamiento y estabilización de la indicación.

Cargar la balanza dos veces hasta el fondo de escala para eliminar la posible pereza o pegado de la "cruz".

Los puntos de medida serán aproximadamente del 0, 0.1, 1, 5, 10, 20, 40, 60, 80 y 100% del rango.

El número de veces a aplicar la carga depende de la Clase de Precisión de la Balanza (**C.P.B**).

Si C.P.B es inferior a 10^{-6} (balanzas de precisión), se aplicará diez veces la carga.

Si C.P.B es igual o superior a 10^{-6} (balanzas analíticas y comunes) se aplicará cinco veces la carga.

El proceso a realizar en la calibración es el siguiente:

- a) La calibración se inicia ajustando el cero , y se anota este como primer valor tomado, si no es posible ajustar el cero se anota el valor indicado por la balanza sin carga alguna.
- b) A continuación se coloca sobre el plato una masa equivalente al 0,1% del rango de medida. Esperar la estabilidad de la indicación y anotar el valor obtenido en la hoja de datos.
- c) Repetir el apartado "b" colocando sucesivamente pesas equivalentes a 1, 5, 10, 20, 40, 60, 80 y 100% del rango máximo o del rango de medida.
- d) Repetir los apartados "b" y "c" el número de veces que se ha determinado a partir de la clase de precisión de la balanza C.P.B.

Calibración de balanzas a equilibrio de masas

Antes de iniciar el proceso de calibración se comprobará el estado general del instrumento: inexistencia de partes dañadas, limpieza, libertad de movimiento, nivelado.
...

Al iniciar el manejo, se soltará el bloqueo de la balanza y se ajustará su indicación a cero en el punto de reposo; comprobando que el conjunto queda libre y las oscilaciones del fiel son lentas.

El parámetro más significativo en la determinación de la incertidumbre de la balanza es su variabilidad o fidelidad, y para determinarla es necesario conocer el punto de reposo (PR) del equipo que se determina como sigue :
Prescindiendo de las tres o cuatro primeras semioscilaciones, del fiel de la balanza, se miden los puntos de máxima amplitud de cada semioscilación correspondientes a tres semioscilaciones consecutivas. Sus lecturas serán: A, B y C, con su respectivo signo ("+")

Documento: FPOC-05	Fecha de creación febrero 1999
Autor: David Boyero	Revisión actual: OCTUBRE 2009 Página 6 de 19

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

si se produce a la derecha del "0", y "-" si es a la izquierda). Si la balanza fuese de cero inicial, y no central, todas las lecturas serían positivas.
y la sensibilidad a una carga c , que se determina de la siguiente manera:
Se coloca en ambos platillos la carga a la que se quiere determinar la sensibilidad (posiblemente, la carga máxima).

Se deja oscilar la balanza, para comprobar que las semioscilaciones son aproximadamente simétricas respecto del cero; si fuese necesario, variar la masa de uno de los platillos para conseguir que el punto de reposo esté cercano al punto "0".

Poniendo cuidado en ello, se deja caer, desde una altura aproximada de 10 mm, sobre la parte central del platillo izquierdo (I) una pesa de sensibilidad, P_s , y se determina el punto de reposo tal como se indica mas arriba. Se obtendrá PR1.

La pieza de sensibilidad ha de tener una masa convencional conocida y certificada, P_s . Su valor nominal (generalmente entre 1 mg y 500 mg) debe elegirse teniendo en cuenta las características de la balanza y debe ser tal que provoque unas oscilaciones de amplitud de al menos 5 divisiones (como valor indicativo, puede usarse una pesa que tenga un valor aproximado de 25×10^{-6} de la carga máxima permitida de la balanza.

Pasando la masa de sensibilidad al platillo D, se obtendrá PR2.
Conocidos el punto de reposo y la sensibilidad, se procede de la siguiente manera:
Se determina el PR en vacío (PRV) mediante la anotación de los puntos de amplitud máxima (A, B y C) correspondientes a tres semioscilaciones consecutivas.

Se cargan ambos platillo de la balanza con pesas que alcancen a su capacidad máxima.

Se determina el PR con carga máxima (PRM).

Se descarga la balanza y se determina un nuevo PRV anotando los valores en la hoja de datos.

Se vuelve a depositar las pesas de antes colocándolas en los mismos platillos.

Se determina el nuevo PRM.

Se efectúan, sucesiva y alternativamente, estas operaciones (sin carga y luego con carga máxima) de modo que se obtengan 22 valores de PRV y 21 valores de PRM.

DATOS y CÁLCULOS. TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

Balanzas monoplato

En cada uno de los N puntos de medida se obtienen n valores correspondientes a las n reiteraciones.

$[x_{ij} (j=1,2,...n)]$.

Con los valores obtenidos en cada punto, se calculará la media aritmética, x_{ci} y la

Documento: FPOC-05	Fecha de creación febrero 1999
Autor: David Boyero	Revisión actual: OCTUBRE 2009 Página 7 de 19

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

desviación típica muestral, S_{ci} .

$$\bar{X}_{ci} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{cij}; S_{ci} = \sqrt{\frac{\sum (X_{ij} - \bar{X}_{ci})^2}{n-1}}$$

A continuación se obtiene la corrección de calibración en cada punto, determinando las diferencias de indicación entre la media y el nominal.

$$\Delta X_{ci} = X_{ci} - \bar{X}_{ci}$$

A partir de S_{ci} obtenemos la desviación típica de la media, que es la estimación de una serie de n medidas de una magnitud, se define por la ecuación:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S_{ci}}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum (X_{ij} - \bar{X}_{ci})^2}{n(n-1)}}$$

La incertidumbre es el valor estimado de la extensión que cubren todos aquellos valores que pudieran ser el verdadero valor de una magnitud, así sabemos que tiene varios componentes, que se agrupan en dos tipos: tipo A contribuciones determinadas por métodos estadísticos y tipo B los que se estiman o evalúan por otros métodos.

Para calcular la incertidumbre de medida tenemos:

- Contribuciones de tipo A: Varianza muestral, S_{ci}^2

- Contribuciones de tipo B:

U_1 : Incertidumbre del patrón según el certificado de su calibración (se dividirá por el coeficiente de incertidumbre w_1 que se indique en el certificado de calibración).

U_2 : Incertidumbre debida a variaciones de [temperatura](#) o influencia de las condiciones atmosféricas. Se estima que es el 0.003% de la lectura (se dividirá por 3).

U_3 : Desviación $\square x$

Con esto el cálculo final de la incertidumbre nos queda (para el punto de calibración i):

$$I_{ci} = k \sqrt{S_{ci}^2 \left(\frac{1}{n_c} + \frac{1}{n} \right) + \frac{1}{3} (U_{1i}^2 + U_{2i}^2) + (\Delta X_i)^2}$$

Tomando un factor de incertidumbre, $k=2$

Si en la utilización habitual de la balanza se realizan las correcciones $\square x_i$, para el punto de calibración considerado, la incertidumbre de medida resulta:

$$I_{ci} = k \sqrt{S_{ci}^2 \left(\frac{1}{n_c} + \frac{1}{n} \right) + \frac{1}{3} (U_{1i}^2 + U_{2i}^2)}$$

Documento: FPOC-05	Fecha de creación febrero 1999
Autor: David Boyero	Revisión actual: OCTUBRE 2009 Página 8 de 19

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

En el certificado de calibración se indicarán los valores máximos de las incertidumbres para $n=1$.

$I_c = \text{máx } (I_{ci}) ; I_{c \text{ correc.}} = \text{máx } (I_{ci \text{ correc.}})$

Balanzas a equilibrio de masas o de masas comparativas

El punto de reposo se calcula por la fórmula:

$$PR = \frac{l}{4} (A + 2B + C)$$

La sensibilidad S_c , a la carga c , se calcula por la fórmula

$$S_c = \frac{2 P_s}{(PR1 - PR2)} \text{ (mg / div)}$$

Una vez calculados todos los puntos de reposo de cada medida tomada se calcula la variabilidad S_b de la balanza mediante el siguiente procedimiento.

1º) Se halla la media aritmética para cada par de valores en vacío sucesivas y se resta del valor intermedio (en carga). Este valor es la diferencia, X_i , de una pesada.

2º) Se halla la media de todas las X_i

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{l}{n} X_i \text{ div}$$

la desviación de cada pesada:

$$\Delta X_i = X_i - \bar{X} \text{ div}$$

La media de todas las desviaciones

$$\Delta \bar{X}_i = \frac{l}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) = \frac{n-l}{n} \bar{x} - \bar{x} \text{ div}$$

y la desviación típica:

$$\sigma_{n-1} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta X_i)^2}{n-1}} \text{ div}$$

De ese modo, la variabilidad que se expresa en mg viene dada por $S_b = S_c \times \sigma_{n-1}$

donde S_c es la sensibilidad a la carga máxima.

La incertidumbre de la medida se calcula mediante

Documento: FPOC-05	Fecha de creación febrero 1999
Autor: David Boyero	Revisión actual: OCTUBRE 2009 Página 9 de 19

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

$$I_c = k \sqrt{\left(\frac{U_1}{w}\right)^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2}$$

Siendo:

K = factor de incertidumbre de la calibración (K=2)

w = factor de incertidumbre del patrón (normalmente, w=2).

U₁= incertidumbre de las masas para la carga máxima.

U₂= incertidumbre debida a la sensibilidad, y que tomaremos según el resultado de:

$$U_2^2 = \left[\frac{2 U_{ps}}{(PR1 - PR2)} \right]^2$$

donde U_{ps} es la incertidumbre de la masa de sensibilidad.

U₃ Incertidumbre debida a la variabilidad, que vale:

$$U_3 = \sigma_{n-1} \times U_2$$

U₄ La media de las desviaciones corregida con la sensibilidad.

$$\bar{X}(di\bar{v}) \times \frac{2 P_s}{(PR1 - PR2)} (mg / di\bar{v})$$

Si en la utilización habitual de la balanza se realiza la corrección respecto a las desviaciones, la incertidumbre de la balanza resulta ser:

$$I_{c \text{ correc}} = k \sqrt{\left(\frac{U_1}{2}\right)^2 + U_2^2 + U_3^2}$$

En el certificado de calibración se anotarán los valores de la incertidumbre y la sensibilidad a la carga máxima.

Para obtener la conformidad del equipo se tendrá en cuenta que su incertidumbre de medida cumple lo dicho en el MEU0100 "**CRITERIOS METROLOGICOS PARA EFECTUAR UNA MEDIDA**"

2.3 APLICACIÓN A COMPARADORES

De aplicación a los comparadores con división de escala mayor o igual a 0.001 mm independientemente del campo de medida de éstos.

En todos los casos se hace referencia a instrumentos en los que su lectura se efectúa

Documento: FPOC-05	Fecha de creación febrero 1999
Autor: David Boyero	Revisión actual: OCTUBRE 2009 Página 10 de 19

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

analógicamente mediante un indicador de esfera o un dispositivo de visualización de lectura digital.

PREREQUISITOS Y PRECAUCIONES

Los equipos patrones a utilizar deberán encontrarse dentro del periodo de validez de calibración.

Si no están disponibles los equipos patrón a utilizar se sustituirán por otros de similar incertidumbre.

Los comparadores deberán permanecer en la sala de metrología el tiempo necesario para su estabilización térmica, antes de proceder a la calibración, que se realizará a 20 ± 2 °C.

Los equipos a calibrar deberán estar en perfecto estado de limpieza; siendo necesario utilizar un paño ligeramente humedecido en disolvente neutro para limpiar las partes externas del comparador. En caso de que se observara que ha pasado al interior del comparador algún tipo de suciedad, se procederá a desmontar y limpiar adecuadamente su carcasa, secarla con un paño limpio y volverla a montar, dejando el comparador para su atemperamiento y estabilización de temperatura.

Seguidamente, se inspeccionará si existen golpes o señales, la legibilidad de las divisiones de la escala, de modo que permitan lecturas correctas; si las agujas indicadoras se encuentran situadas de forma correcta, de acuerdo con el tipo de comparador; el deslizamiento del pivote de medida, debiendo ser suave y sin ningún agarre; el buen estado de la punta de medida, no debiéndosele apreciar ningún desgaste irregular de la misma. Si el comparador presentara alguna de las anomalías anteriores se procederá a su ajuste o reparación.

Seguidamente, se inspeccionará si existen golpes o señales, la legibilidad de las divisiones de la escala, de modo que permitan lecturas correctas; si las agujas indicadoras se encuentran situadas de forma correcta, de acuerdo con el tipo de comparador; el deslizamiento del pivote de medida, debiendo ser suave y sin ningún agarre; el buen estado de la punta de medida, no debiéndosele apreciar ningún desgaste irregular de la misma. Si el comparador presentara alguna de las anomalías anteriores se procederá a su ajuste o reparación.

EQUIPOS PATRONES Y ACCESORIOS

Banco de calibración universal o banco de calibración de comparadores.

Otra opción, si no se dispone del banco de calibración, es utilizar los siguientes equipos patrones:

- Soporte para comparadores
- Mesa ranurada

Documento: FPOC-05	Fecha de creación febrero 1999
Autor: David Boyero	Revisión actual: OCTUBRE 2009 Página 11 de 19

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

- Bloques patrón longitudinales grado 0 para los comparadores milésimales y bloques patrón longitudinales grado 1 o superior para los comparadores con división de escala superior a la micra.

Como accesorio de este procedimiento y para cada equipo, se utilizará la Ficha de Instrucciones de Calibración del mismo

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

La calibración consiste en la realización de un conjunto de medidas, a lo largo de todo el campo de medida de los comparadores, para determinar las desviaciones y repetibilidades de los puntos tomados.

Calibración con banco de verificación de comparadores.

Este proceso es el más adecuado para comparadores con división de escala mayor o igual a 0.001 mm, independientemente del campo de medida de los mismos.

Se establece que los puntos de desviación y de repetibilidad estarán equidistribuidos a lo largo del campo de medida del instrumento. Los puntos de desviación serán 11 y los de repetibilidad 3; pudiéndose aumentar a 21 y 5 respectivamente si se trata de una calibración de recepción o se especifique así por alguna causa determinada.

Se comienza ajustando a cero tanto el comparador en sentido creciente, como la escala del banco con lo que se obtienen las desviaciones crecientes de los puntos prefijados:

$\square X_{cci}$.

Al llegar al fondo de escala se actúa algo más sobre el comparador, cuidando de no forzar el mecanismo, y se procede a continuación, a obtener las desviaciones decrecientes $\square X_{cdi}$ en los mismos puntos anteriores.

Se completan estos datos con los valores de repetibilidad posicionando sucesivamente en cada uno de los puntos prefijados, para una posición cualquiera del banco, puede colocarse en un valor entero en mm de ésta.

En cada posición se reiteran 5 medidas, retirando suavemente el palpador del comparador y volviendo a dejar que haga contacto sobre el tope del banco. A estos valores se les llama XRJK, J es la posición en la escala y K las reiteraciones en cada posición.

Los valores tomados tendrán cifras significativas hasta el valor de la división de escala de banco de verificación de comparadores D' inferior a la división de escala del comparador D.

Calibración con bloques patrón longitudinales y soporte de comparadores.

Documento: FPOC-05	Fecha de creación febrero 1999
Autor: David Boyero	Revisión actual: OCTUBRE 2009 Página 12 de 19

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

Este proceso de calibración es similar al anterior, y solo debe aplicarse cuando no se posea el banco de verificación de comparadores, y en cambio, exista, un juego de bloques patrón longitudinales de grado 1 para los comparadores de división de escala superior a 0.001 y de grado 0 para los comparadores milésimales; y un soporte para comparadores con mesa ranurada.

El procedimiento a seguir es análogo al seguido en el caso anterior, con la salvedad de que se irán colocando las combinaciones de bloques patrón necesarios para medir con respecto a la base, en los mismos puntos y puntos de repetitividad que los indicados en la calibración con banco de verificación de comparadores

La lectura se realizará sobre el comparador a calibrar con un nominal determinado de bloques patrón longitudinal.

DATOS y CÁLCULOS. TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

Para cada punto, su repetibilidad es la diferencia entre el valor máximo y mínimo, en dicho punto:

$$R_j = X_{RJ\max} - X_{RJ\min}$$

Para comprobar en la tabla 1 las características y asignación de incertidumbre, se definen los parámetros de calibración siguientes:

- Diferencia parcial de calibración creciente D_{1C} : Diferencia entre las desviaciones máxima y mínima de calibración crecientes.

$$D_{1C} = \Delta X_{CD\max} - \Delta X_{DC\min}$$

- Diferencia parcial de calibración decreciente D_{1D} : Diferencia entre las desviaciones máxima y mínima de calibración decrecientes:

$$D_{1D} = \Delta X_{CD\max} - \Delta X_{DC\min}$$

- Diferencia parcial de calibración D_1 : La mayor de las diferencias anteriores:

$$D_{1C} > D_{1D} \Rightarrow D_1 = D_{1C}$$

$$D_{1C} < D_{1D} \Rightarrow D_1 = D_{1D}$$

$$D_{1C} = D_{1D} \Rightarrow D_1 = D_{1C} = D_{1D}$$

- Diferencia total de calibración D_2 : Diferencia entre las desviaciones máxima y mínima de calibración, considerando en conjunto e indistintamente tanto las crecientes X_{CC1} como las decrecientes X_{CD1} :

Documento: FPOC-05	Fecha de creación febrero 1999
Autor: David Boyero	Revisión actual: OCTUBRE 2009 Página 13 de 19

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

$$D_2 = \Delta X_{C_{max}} - \Delta X_{C_{min}}$$

- Diferencia de inversión D₃: Valor máximo de las diferencias de desviación crecientes y decrecientes de cada punto de calibración:

$$D_3 = \text{MAX } |\Delta X_{ccr} - \Delta X_{cdr}|$$

- Repetibilidad total R: Valor máximo de las repetibilidades

$$R = R_{1_{max}}$$

Los parámetros definidos se toman con cifras significativas iguales a la división de escala de los comparadores a calibrar.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Se tomarán indistintamente para el proceso de calibración con banco de verificación de comparadores y el de calibración con bloques patrón longitudinales y soporte de comparadores.

Con los cuatro parámetros obtenidos D₁ a D₃ y R, se comprueba si todos ellos cumplen con las tolerancias especificadas en la tabla 1, bien en calidad 1 o bien en calidad 2, para cada campo y división de escala en las calibraciones de recepción solo será admisible la calidad 1.

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

Div.esc. D (mm)	Campo de medida C (mm)	CALIDAD	TD ₁ (μm)	TD ₂ (μm)	TD ₃ (μm)	TR (μm)
0,001	0,08	1	1	1,5	0,5	0,5
		2	2	3	1	1
	0,081-1	1	2	2	0,5	0,5
		2	3	3	1	1
	1,001-2	1	3	3	0,5	0,5
		2	5	5	1	1
	> 2	1	10	10	1	1
		2	20	20	2	2
0,002	-	1	2	2,4	0,6	0,6
		2	4	5	1	1
0,005	-	1	5	6	1,5	1,5
		2	10	10	3	3
0,01 recto	0,8	1	7	7	3	3
		2	10	10	4	4
	0,81-3	1	10	12	3	3
		2	30	30	5	5
	3,01-5	1	12	14	3	3
		2	30	30	5	5
	5,01-10	1	15	17	3	3
		2	45	45	5	5
	> 10	1	20	20	5	5
		2	50	50	10	10
0,01 de palanca	-	1	10	13	3	2
		2	20	20	5	5
0,05	-	1	50	60	15	15
		2	70	80	30	30

TABLA 1.- Tolerancias de comparadores con división de escala igual o mayor de 0,001 mm.

Superada la verificación de características metrológicas, se procederá a asignar, como incertidumbre del comparador el múltiplo de su división de escala D, inmediatamente superior a la diferencia total de calibración D₂ obtenida.

$$D_2 = cD - r ; I = cD$$

D₂ = Diferencia total de calibración

D = División de escala del comparador

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

c = Cociente de la división por exceso de D_2 y D

r = Resto de la división por exceso de D_2 y D

I = Incertidumbre asignada al comprador

Esta incertidumbre I, se puede calcular de otro modo, considerando la incertidumbre del banco de calibración, o la suma cuadrática de las incertidumbres de los bloques patrón utilizados, según se indica abajo. Esta incertidumbre deberá asignarse siempre, al comparador que no cumpla las tolerancias especificadas en la tabla 1 y aquel comparador cuya división de escala sea menor que 0.01 mm. Los comparadores cuya división de escala sea mayor o igual que 0.01 se podrá asignar indistintamente la anterior o esta misma, siendo más conveniente emplear la primera.

$$I^2 = I_o^2 + D_2^2 + R^2$$

D_2 = Diferencia total de calibración

R = Repetibilidad total de calibración = Incertidumbre del banco de verificación o de los bloques patrón utilizados

$$I_o^2 = \sum_{i=1}^3 I_{oi}^2$$

Si el comparador calibrado no cumpliera con las tolerancias indicadas en la tabla 1, se anotará tal circunstancia en el informe de calibración correspondiente.

Para obtener la conformidad del equipo se tendrá en cuenta que su incertidumbre de medida cumple lo dicho en el MEU0100 "**CRITERIOS METROLOGICOS PARA EFECTUAR UNA MEDIDA**"

2.3 CALIBRACION PARA CALIBRACION DE FLEXÓMETROS Y REGLAS DE TRAZOS

De aplicación a los flexómetros y reglas de trazos con longitudes de hasta 5.000 mm y división de escala hasta 2 mm.

Aplica también a otros equipos asimilables a éstos y que carezcan de un procedimiento específico para su calibración.

PRERREQUISITOS Y PRECAUCIONES

Los equipos patrones a utilizar deberán encontrarse dentro del periodo de validez de calibración. Si no están disponibles los equipos patrón a utilizar se sustituirán por otros de similar incertidumbre.

Antes de iniciar la calibración se realizará una limpieza general del equipo a calibrar y se

Documento: FPOC-05	Fecha de creación febrero 1999
Autor: David Boyero	Revisión actual: OCTUBRE 2009 Página 16 de 19

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

efectuará una inspección visual para comprobar el buen estado de la arista de medida y de la superficie de apoyo así como el adecuado grabado de la escala graduada.

La calibración se efectúa midiendo los trazos de la regla con una medidora de coordenadas para la que se debe cumplir:

$$I_o \leq \frac{1}{5} E$$

siendo I_o la incertidumbre de la medidora y E la división de escala de la regla a calibrar.

La superficie de apoyo de la regla durante la calibración será la mejor posible de modo que se reduzca al máximo el error de coseno.

Al mismo tiempo, mediante el mecanismo apropiado, se fijará la regla a la superficie de apoyo, para no moverla en el proceso de realización de una medida.

La calibración se efectuará a una temperatura de 20 ± 2 °C; y a fin de lograr una estabilidad térmica, las reglas estarán a la citada [temperatura](#) un tiempo de aproximadamente 12 horas antes de su calibración.

Si N es el número total de trazos de la regla, el número de puntos de calibración (n_c) se establece de forma que se tenga n_c menor o igual que 9.

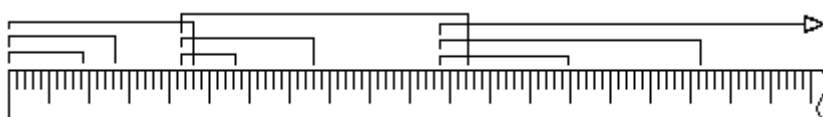
EQUIPOS PATRONES Y ACCESORIOS

Banco de calibración universal o medidor de una coordenada horizontal.

Como accesorio de este procedimiento y para cada equipo, se utilizará la Ficha de Instrucciones de Calibración del mismo.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

La calibración se realizará en una sala atemperada a 20 ± 2 °C y las medidas se efectuarán según un esquema como el adjunto:



procurando abarcar toda la escala y de modo que los sucesivos intervalos a medir no resulten múltiplos de los anteriores.

Es recomendable variar los puntos de medida en las sucesivas calibraciones a fin de que

Documento: FPOC-05	Fecha de creación febrero 1999
Autor: David Boyero	Revisión actual: OCTUBRE 2009 Página 17 de 19

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2

a lo largo de varias calibraciones se hayan analizado todas las zonas del instrumento.

Para cada punto de calibración se realizará una sola medición

DATOS y CÁLCULOS. TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

Se determinan las diferencias de indicación entre el equipo a calibrar y el patrón en cada uno de los puntos de calibración.

$$\Delta X_{oi} = X_{oi} - X_{ci}$$

donde:

X_{oi} , es la indicación del patrón en el punto i

X_{ci} , es la indicación, en el punto i, del equipo

Así, la incertidumbre de medida en cada punto con $K=2$, será:

$$I_i = k \sqrt{\left(\frac{I_o}{w}\right)^2 + (\Delta X_{oi})^2}$$

donde I_o es la incertidumbre del patrón y w es el factor de incertidumbre aplicado al patrón.

Como incertidumbre del equipo se tomará $I = (I_i)_{\max}$

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Para obtener la conformidad del equipo se tendrá en cuenta que su incertidumbre de medida cumple lo dicho en el MEU0100 "**CRITERIOS METROLOGICOS PARA EFECTUAR UNA MEDIDA**"

THERMOLYMPIC	INSTRUCCION VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS DE MEDIDA	ITG-08
		Edición: 2