DOCUMENTO NO CONTROLADO AL SER IMPRESO

1. OBJETIVO

El presente procedimiento tiene por objeto dar a conocer un método de calibración para los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático.

2. ALCANCE

Este documento contiene una guía para la calibración estática de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático auto indicados (en adelante llamados “instrumentos”), en particular para:

Mediciones por realizar,

Cálculo de los resultados de la medición,

Determinación de la incertidumbre de la medición,

Contenido de los certificados de calibración.

2.1. El objeto de la calibración es la indicación proporcionada por el instrumento en respuesta a una carga aplicada. Los resultados están expresados en unidades de masa. El valor de la carga indicada por el instrumento para pesar es afectado por la fuerza debida a la gravedad, la temperatura y la densidad de la carga, y la temperatura y la densidad del aire ambiental.

La incertidumbre de la medición depende significativamente de las propiedades del mismo instrumento para pesar a ser calibrado, no únicamente del equipo del laboratorio de calibración.

Los resultados deben incluir, para un número determinado de cargas, la determinación de los errores de indicación y la incertidumbre de medición asociada a los mismos.

3. RESPONSABLES

Director de Laboratorio, Jefe de Laboratorio, Ingeniero de Soporte, Metrólogos.

4. RECURSOS

Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático, SIM MWG7 / CG-01 / V.00

Juego de pesas según intervalo a calibrar.

- Juego de pesas E2.
- Juego de pesas F1.
- Juego de pesas M1.

Registrador de condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa y presión barométrica).

Plantilla de calibración.

Equipo de computo.

DOCUMENTO NO CONTROLADO AL SER IMPRESO

5. DEFINICIONES

5.1. Medición: proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud.

5.2. Mensurando: magnitud que se desea medir.

5.3. Error de medida: diferencia entre un valor medido de una magnitud y un valor de referencia.

5.4. Instrumento de medida: dispositivo utilizado para realizar mediciones, solo o asociado a uno o varios dispositivos suplementarios.

5.5. Indicación: valor proporcionado por un instrumento o sistema de medida.

5.6. Patrón de medida: realización de la definición de una magnitud dada, con un valor determinado y una incertidumbre de medida asociada, tomada como referencia.

5.7. Resolución: mínima variación de la magnitud medida que da lugar a una variación perceptible de la indicación correspondiente.

Para instrumentos digitales, la función de resolución se expresa a menudo por el número de dígitos mostrados por el instrumento.

5.8. Intervalo: El término "intervalo" y el símbolo [*a; b*] se utilizan para representar el conjunto de los números reales *x* tales que $a \leq x \leq b$, donde *a* y $b > a$ son números reales. El término "intervalo" es utilizado aquí para "intervalo cerrado". Los símbolos *a* y *b* indican los extremos del intervalo [*a*; *b*].

5.9. Incertidumbre de medida: parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.

5.10. Factor de Cobertura: número mayor que uno por el que se multiplica una incertidumbre típica combinada para obtener una incertidumbre expandida.

5.11. Calibración: operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.

5.12. Trazabilidad metrológica: propiedad de un resultado de medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida.

DOCUMENTO NO CONTROLADO AL SER IMPRESO

5.13. Temperatura: La Temperatura es una magnitud que mide el nivel térmico o el calor que un cuerpo posee. Toda sustancia en determinado estado de agregación (sólido, líquido o gas), está constituida por moléculas que se encuentran en continuo movimiento. La suma de las energías de todas las moléculas del cuerpo se conoce como energía térmica; y la temperatura es la medida de esa energía promedio.

5.14. Corrección: compensación de un efecto sistemático estimado

5.15. Histéresis: Propiedad de un instrumento de medida cuya respuesta a una señal de entrada determinada, depende de la secuencia de las señales de entrada precedentes. En el caso de medidores de condiciones ambientales corresponde a la variación en la indicación del instrumento, en función de si ha sido sometido con anterioridad a una temperatura y/o humedad u otra.

5.16. Termohigrómetro digital: Dispositivo destinado a utilizarse para hacer mediciones de humedad y temperatura que muestra una indicación digital en unidades de humedad: % de humedad relativa, y de temperatura: grados Celsius. Normalmente está constituido por uno o varios sensores y un equipo de lectura.

6. DIAGRAMA DE FLUJO No aplica

7. ACTIVIDADES

7.1. Manipulación y transporte para calibración en sitio

7.1.1. Se debe comunicar al director o al jefe de laboratorio, los equipos que se retiran del Laboratorio para ser transportados.

7.1.2. Se debe hacer una verificación del valor de las pesas antes de la salida del Laboratorio de Metrología Set Y Gad SAS, esta actividad se debe registrar en el formato R-LAB-024, el cual consiste en comparación directa, pesar cada pesa y registrar el valor en el formato y se debe asegurar que cumpla la tolerancia de la clase de la pesa, para poder realizar la actividad metrológica, la ruta de almacenamiento del formato R-LAB-024 es en Google Drive, Shared drives, laboratorio, formatos, entrada y salida de equipos

7.1.3. Cada pesa debe ir embalada en su estuche de transporte y los kits de pesas en su estuche, para ser transportadas al lugar destino.

El termohigrómetro – barómetro debe ser empacado de forma segura, para garantizar la calidad de los resultados.

7.1.4. Al subir los equipos en el vehículo, se debe tener precaución de que no queden en un lugar sucio, húmedo, para evitar conducción o perdida de calor, o transferir humedad a los estuches de transporte, si es posible, se deben asegurar los equipos, para evitar golpes durante el transporte.

DOCUMENTO NO CONTROLADO AL SER IMPRESO

7.1.5. Al llegar al sitio de calibración se debe tener la precaución al dejar los equipos en el piso, o en corredores, o en algún sitio donde puedan ser producto de contaminación, puedan ser golpeados por algún objeto o persona, o puedan ocasionar algún accidente.

7.1.6. Se debe tener la precaución de no golpear las pesas a el momento de sacarlos de sus estuches y durante la calibración.

7.1.7. El lugar de calibración debe estar debidamente demarcada con un triángulo o aviso indicando que se está calibrando, para evitar interrupciones, contaminación cruzada o accidentes en el momento de la actividad metrológica.

7.1.8. El lugar de calibración no debe presentar vibraciones, debe estar limpio (sin polvo, superficie seca) y no se debe presentar alto flujo de aire.

Nota: para el control de las vibraciones no es necesario mantener un control con un dispositivo para medir la vibración, es suficiente que quien realiza la calibración identifique la vibración y si se está afectando el proceso de calibración.

7.1.9. Los estuches de transporte de las pesas se deben dejar en un lugar limpio y adecuado para volver a ser utilizadas en el regreso al laboratorio.

7.1.10. No se debe ingerir ninguna clase de alimento o bebida durante el proceso de calibración.

7.1.11. Para el regreso del lugar de calibración al Laboratorio, se deben cumplir con las mismas precauciones de seguridad, anteriormente mencionadas.

7.1.12. Al llegar al laboratorio de Set Y Gad SAS se debe realizar la misma verificación de las pesas descrita en el numeral 7.1.2, en caso de encontrar las pesas por fuera de tolerancia de la clase de la pesa, se debe tratar las calibraciones de ese día como producto no conforme y realizar todo el proceso para enviar a calibrar la pesa o pesas que se encontraran fuera de tolerancia.

7.1.13. Si al momento de la calibración se encuentra alguna novedad que no se pueda realizar la actividad metrológica se debe diligenciar en el formato R-LAB-021 informe de novedades para calibración en sitio, se informa al cliente de la novedad detectada, el cual debe firmar en el formato, al cliente se le entrega el formato original y el laboratorio se queda con una copia.

7.2. Generalidades

7.2.1. La aplicación de cargas de prueba al instrumento para pesar bajo condiciones especificadas se realizará.

7.2.2. La determinación del error o variación de la indicación debe realizarse.

7.2.3. La estimación de la incertidumbre de la medición a ser atribuida a los resultados debe ser hallada e indicada.

7.2.4. A menos que el cliente lo requiere de otra manera, una calibración cubre el alcance de pesada completo, desde cero hasta la capacidad máxima Max. El cliente puede especificar una parte especial

DOCUMENTO NO CONTROLADO AL SER IMPRESO

del alcance de pesada, limitado por una carga mínima Min y la carga mayor a ser pesada Max, o cargas individuales nominales para las cuales requiere calibración.

Con un instrumento para pesar de varios intervalos de medición, el cliente debería identificar que intervalo(s) se debería(n) calibrar. El párrafo anterior aplica a cada alcance por separado.

7.2.5. La calibración se realiza normalmente en el lugar donde se usa el instrumento para pesar.

Si un instrumento para pesar se cambia a otro lugar después de la calibración, posibles efectos debidos a: diferencia en la aceleración de la gravedad local, variación en las condiciones ambientales, condiciones mecánicas y térmicas durante el transporte pueden alterar muy probablemente el funcionamiento del instrumento y posiblemente invalidar la calibración. Por este motivo el movimiento del instrumento después de la calibración se debe evitar si no se ha demostrado la inmunidad a estos efectos en el instrumento para pesar en particular, o para ese tipo de instrumentos. Si eso no ha sido demostrado no se debería aceptar el certificado de calibración como prueba de trazabilidad.

7.3. Calibración

7.3.1. Al llegar al lugar de calibración y después de tener las masas en un lugar seguro y demarcado se debe colocar el termohigrómetro y el barómetro lo más cercano posible al lugar de calibración.

7.3.2. Se procede a abrir la plantilla PLT-LAB-011 y se deben llenar las casillas correspondientes a la identificación del cliente, condiciones ambientales, identificación del instrumento.

7.3.3. Se inspecciona el instrumento en su funcionamiento general como es el encendido, sus botones, especialmente el CERO o TARA si aplica y si el instrumento se encuentra nivelado.

7.3.4. Se realiza la identificación del instrumento como es el fabricante, modelo y serie.

7.3.5. Al identificar el instrumento, se estudia la ficha técnica del equipo para conocer la capacidad máxima, resolución, para así poder determinar en qué puntos se debe hacer las pruebas de repetibilidad, excentricidad y prueba de error de indicación.

7.3.6. La presentación de los valores de pesada no es ambigua y las indicaciones, si existen, se puedan leer fácilmente.

7.3.7. El instrumento tiene un tiempo de calentamiento por lo menos de 30 minutos si su funcionamiento es electrónico, o el adoptado por el cliente.

7.3.8. El instrumento debe estar nivelado, si aplica.

7.3.9. Los instrumentos para pesar que están diseñados para ser ajustados regularmente antes del uso se deberían ajustar antes de la calibración, a menos de que se acuerde lo contrario con el cliente. El ajuste se debería realizar con los medios normalmente aplicados por el cliente y siguiendo las instrucciones del fabricante, cuando estén disponibles

Este documento es para uso exclusivo de Set y Gad S.A.S.
VERIFICAR SU VIGENCIA COMPARANDO CON EL DOCUMENTO PUBLICADO EN EL SERVIDOR, CARPETA SGC SET & GAD S.A.S.

DOCUMENTO NO CONTROLADO AL SER IMPRESO

7.3.10. Los instrumentos para pesar equipados con la función ajuste automático a cero o un dispositivo de indicación a cero se deberían calibrar con el dispositivo operando o apagado, según lo determine el cliente.

7.3.11. Relación básica entre carga e indicación, la indicación de un instrumento para pesar es proporcional a la fuerza ejercida por un objeto de masa *m* al receptor de la carga:

$$I \sim mg(1 - \rho_a/\rho)$$

Con g aceleración de gravedad local

ρ_a densidad del aire ambiente

ρ densidad del objeto

El término en paréntesis considera la disminución de la fuerza debido al empuje del aire sobre el objeto.

7.3.12. Se hace un RESET al termo higrómetro barómetro, para tener los mínimos y máximos en temperatura, humedad y presión barométrica, durante la calibración.

7.3.13. Se realiza una prueba de precarga que consiste en colocar una carga con un valor cercano a la máxima capacidad del instrumento, esta prueba no se escribe los resultados y no es necesario realizarla con las masas patrón con que se planea hacer la calibración.

7.3.14. Prueba de repetibilidad:

La carga para esta prueba se determina por el valor más cercano posible al 50 % de la capacidad máxima del instrumento que requiera menor cantidad de masas; en caso de un instrumento multi intervalo se realiza en el 50 % + capacidad máxima del intervalo anterior.

Se debe hacer la colocación repetitiva de la misma carga en el instrumento lo más cercano al centro de la base, el resultado se registra en la plantilla y se retira la carga, se asegura que el valor retorne a cero (0) de lo contrario se lleva el equipo a medir cero (0) si este lo permite, se deben realizar 5 repeticiones, para cargas superiores a 100 kg se deben realizar únicamente 3 repeticiones.

Nota 1: Se debe colocar la carga en la misma posición durante toda la prueba.

Nota 2: Los resultados de esta prueba se tienen en cuenta para el cálculo de incertidumbre.

7.3.15. Prueba de excentricidad:

La carga para esta prueba se determina por el valor más cercano posible al 30 % de la capacidad máxima del instrumento que requiera menor cantidad de masas. En caso de que la calibración se realice en un intervalo diferente al total del instrumento se determina la carga de prueba como:

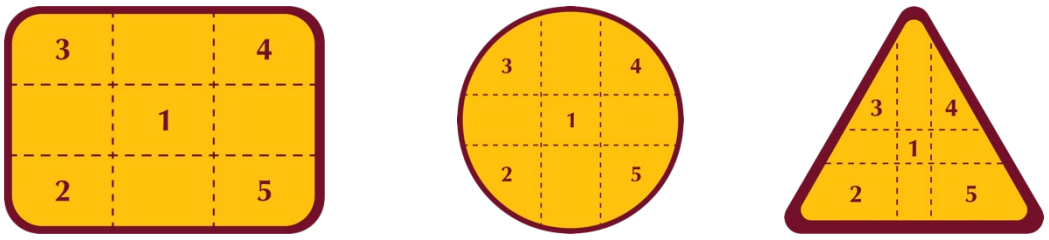
$$Min' + {}^{(Max' - Min')}/_{3}$$

Este documento es para uso exclusivo de Set y Gad S.A.S.
VERIFICAR SU VIGENCIA COMPARANDO CON EL DOCUMENTO PUBLICADO EN EL SERVIDOR, CARPETA SGC SET & GAD S.A.S.

DOCUMENTO NO CONTROLADO AL SER IMPRESO

Donde Max' es la carga mayor que pesada y Min' es carga mínima,

La prueba consiste en poner una carga de prueba en diferentes posiciones del receptor de carga, de tal manera que el centro de gravedad de la carga ocupe, tanto como sea posible, las posiciones que se encuentran indicadas en la siguiente imagen o en posiciones similares.



Antes de iniciar la prueba la indicación se debe ajustar a cero. La carga de prueba se coloca en la posición 1, y después se mueve a las otras 4 posiciones en orden arbitrario, se debe asegurar que se diligencia el valor en la casilla correspondiente a la posición en la plantilla.

Cada indicación con carga se debe registrar. Después de remover cada carga se debe verificar si la indicación regresa a cero de no ser así la indicación se debe ajustar a cero.

El valor de excentricidad se calcula de la siguiente manera:

$$exc = Max(|x_i - x_1|)$$

Donde i va de 1 a 5 indicando las 5 posiciones de prueba del instrumento.

7.3.16. Prueba de error de indicación:

El objetivo de esta prueba es una estimación del desempeño del instrumento en el alcance completo de la medición.

Consiste en aplicar 10 cargas de prueba igualmente distribuidas en el intervalo de trabajo del instrumento de forma ascendente y descendente, adicionalmente se incluye un punto sin carga y un punto de la carga mínima del instrumento.

Cuando fue acordado con el cliente un intervalo de calibración diferente al intervalo de trabajo del instrumento, la diferencia entre dos cargas de prueba consecutivas no puede ser mayor al 15 % de la carga máxima.

Este documento es para uso exclusivo de Set y Gad S.A.S.
VERIFICAR SU VIGENCIA COMPARANDO CON EL DOCUMENTO PUBLICADO EN EL SERVIDOR, CARPETA SGC SET & GAD S.A.S.

DOCUMENTO NO CONTROLADO AL SER IMPRESO

Antes de iniciar la prueba, se debe ajustar a cero la indicación. Las cargas de prueba normalmente se realizan de la siguiente manera:

1. Aumentando por pasos con descarga entre los mismos conforme con el uso de la mayoría de los instrumentos para pesar una sola carga.
2. Aumento continuo por pasos – puede incluir deriva en los resultados, reduce la cantidad de movimientos de colocar y quitar cargas del receptor, de lo contrario si son instrumentos que almacena su valor, se descarga totalmente las masas y si vuelven a cargar como se menciona en el numeral anterior.

Con instrumentos multi-intervalos, se realiza el mismo método anterior se pueden modificar para alcances de carga menores que Max ascendiendo y/o descendiendo las cargas de tara, al utilizar la función de ajuste automático a cero y aplicando una carga de prueba cercana o igual pero no superiores a Max_1 para obtener indicaciones.

7.4. Fuentes de incertidumbre

7.4.1. Incertidumbre estándar de la indicación

7.4.1.1. Incertidumbre de redondeo de la indicación sin carga

$$u_{d0} = \frac{d_0}{2\sqrt{3}}$$

d_0 corresponde a la división de escala cuando no se tiene carga sobre el instrumento.

7.4.1.2. Incertidumbre de redondeo de la indicación con carga

$$u_{dC} = \frac{d_C}{2\sqrt{3}}$$

d_C corresponde a la división de escala cuando se tiene carga sobre el instrumento (si el instrumento tiene múltiples intervalos, d_C varia para cada intervalo).

7.4.1.3. Incertidumbre debido a la repetibilidad

La incertidumbre debida a la repetibilidad del instrumento se calcula de la siguiente manera:

$$u_A = S$$

Este documento es para uso exclusivo de Set y Gad S.A.S.
VERIFICAR SU VIGENCIA COMPARANDO CON EL DOCUMENTO PUBLICADO EN EL SERVIDOR, CARPETA SGC SET & GAD S.A.S.

DOCUMENTO NO CONTROLADO AL SER IMPRESO

Donde (*S)* es la desviación estándar y se calcula de la siguiente manera:

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

Donde $\bar{x}$ es la media aritmética y (x_i) es la i-esima medición realizada.

7.4.1.4. Incertidumbre debido a la excentricidad

$$u_{exc} = \frac{I * exc}{2 * L_{exc} * \sqrt{3}}$$

$$exc = Max(|x_i - x_1|)$$

Donde i va de 1 a 5 indicando las 5 posiciones de prueba del instrumento, I corresponde a la carga de la prueba y L_{exc} corresponde a la carga en la cual se realizo la prueba de excentricidad

7.4.2. Incertidumbre estándar de la masa de referencia

7.4.2.1. Incertidumbre estándar por certificado de calibración

$$u_{cert} = \frac{U}{k}$$

Donde U es la incertidumbre de la masa de referencia y k es el factor de cobertura indicados en el certificado de calibración

7.4.2.2. Incertidumbre por empuje del aire

Se basa en el caso B1 del numeral 4.2.4 presentado por la guía SIM MWG7-CG-01-V00

$$u_{Emp} = \frac{\widehat{w}(m_B)}{\sqrt{3}}$$

$$\widehat{w}(m_B) = \sqrt{u^2(\rho_a)\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_c}\right)^2 + \frac{(\rho_a - \rho_0)^2 u^2(\rho)}{\rho^4} + \frac{u^2(\delta\rho_{as})}{{\rho_c}^2}}$$

Este documento es para uso exclusivo de Set y Gad S.A.S.
VERIFICAR SU VIGENCIA COMPARANDO CON EL DOCUMENTO PUBLICADO EN EL SERVIDOR, CARPETA SGC SET & GAD S.A.S.

DOCUMENTO NO CONTROLADO AL SER IMPRESO

$\widehat{w}(m_B)$ es el valor de la incertidumbre por el empuje del aire, ya que no se hace corrección.
$u^2(\rho_a)$ es la incertidumbre de la densidad del aire durante la calibración.
ρ es la densidad de la masa utilizada.
ρ_c es la densidad de referencia de una masa patrón (8000 kg/m^3)
ρ_a es la densidad del aire durante la calibración.
ρ_0 es la densidad de referencia del aire (1,2 kg/m^3)
$u^2(\rho)$ es la incertidumbre de la masa utilizada.
$u^2(\delta\rho_{as})$ se asume como la misma $u^2(\rho_a)$, según numeral 7.1.2.2 de la guía SIM MWG7-cg-01/v.00

$$\frac{u(\rho_a)}{\rho_a} = \sqrt{\left(\frac{u_p(\rho_a)}{\rho_a} * u(p)\right)^2 + \left(\frac{u_t(\rho_a)}{\rho_a} * u(t)\right)^2 + \left(\frac{u_{hr}(\rho_a)}{\rho_a} * u(h_r)\right)^2 + \left(\frac{u_{form}(\rho_a)}{\rho_a}\right)^2}$$

$$\frac{u_p(\rho_a)}{\rho_a} = 1 \times 10^{-3} hPa^{-1}$$
$$\frac{u_t(\rho_a)}{\rho_a} = -4 \times 10^{-3} {}^{\circ}C^{-1}$$
$$\frac{u_{hr}(\rho_a)}{\rho_a} = -9 \times 10^{-3}$$

$u(p)$, $u(t)$ y $u(h_r)$ se toman como el valor de incertidumbre máxima de los certificados de los instrumentos auxiliares utilizados para la calibración de instrumentos de pesaje no automático.

$$\rho_a = \frac{0{,}34848 * p - 0{,}009 * h_r * exp(0{,}061t)}{273{,}15 + t}$$

Donde p es la presión atmosférica del lugar, h_r es la humedad relativa del lugar y t es la temperatura del lugar

7.4.2.3. Incertidumbre por deriva

$$u_{Der} = \frac{Der}{\sqrt{3}}$$

Cuando no se tiene conocimiento del valor de Der se puede estimar como un múltiplo del valor de la incertidumbre reportada en el certificado inicial de la masa asi:

$$Der = U * k_{Der}$$

Este documento es para uso exclusivo de Set y Gad S.A.S.
VERIFICAR SU VIGENCIA COMPARANDO CON EL DOCUMENTO PUBLICADO EN EL SERVIDOR, CARPETA SGC SET & GAD S.A.S.

DOCUMENTO NO CONTROLADO AL SER IMPRESO

Donde k_{Der} es un valor asignado de 2

7.4.2.4. Incertidumbre por convección

$$u_{Conv} = \frac{Conv}{\sqrt{3}}$$

De acuerdo con el documento "Change of the apparent mass of weights arising from temperature differences" correspondiente a la referencia [5] de la guía SIM MWG7-CG-01-V00 se obtiene:

$$Conv = -k_v m^{\frac{3}{4}} \frac{\Delta T}{|\Delta T|^{\frac{1}{4}}} - k_h m \Delta T$$

Se determina en este mismo documento que se puede establecer el valor de $k_v = 2.15 * 10^{-7}$ y $k_h m = 7.8 * 10^{-8}$ para $\Delta T > 0$ y $k_v m^{\frac{3}{4}} = 1.19 * 10^{-7}$ y $k_h m = 2.0 * 10^{-8}$para $\Delta T < 0$, entonces la incertidumbre por empuje del aire se determina como:

$$Conv = \begin{cases} -2.15 * 10^{-7} m^{\frac{3}{4}} \frac{\Delta T}{|\Delta T|^{\frac{1}{4}}} - 7.8 * 10^{-8} m \Delta T, & \Delta T \geq 0 \\ -1.19 * 10^{-7} m^{\frac{3}{4}} \frac{\Delta T}{|\Delta T|^{\frac{1}{4}}} - 2.0 * 10^{-8} m \Delta T, & \Delta T < 0 \end{cases}$$

$$\Delta T = T_{masa} - T_{ambiente}$$

7.4.2.5. Factor de cobertura *k* para la incertidumbre expandida de la medición

El calculo del factor de cobertura *k* se realiza de la siguiente manera:

7.4.2.5.1. Incertidumbre combinada

$$u_C = \sqrt{u_A^2 + u_{B1}^2 + u_{Bn}^2}$$

Este documento es para uso exclusivo de Set y Gad S.A.S.
VERIFICAR SU VIGENCIA COMPARANDO CON EL DOCUMENTO PUBLICADO EN EL SERVIDOR, CARPETA SGC SET & GAD S.A.S.

DOCUMENTO NO CONTROLADO AL SER IMPRESO

7.4.2.5.2. Grados efectivos de libertad

$$v_{eff} = \frac{{u_C}^4}{\frac{{u_A}^4}{n-1} + \frac{{u_{B1}}^4}{r_i} + \frac{{u_{B2}}^4}{r_i} + \frac{{u_{B3}}^4}{r_i}}$$

Dónde $r_i = \frac{1}{2}\left(\frac{\Delta U}{U}\right)^{-2}$, y son los grados parciales de libertad de cada incertidumbre. $\left(\frac{\Delta U}{U}\right)$, es denominado nivel de desconfianza.

Para analizar el nivel de desconfianza, debemos partir del nivel de confianza con el que trabajamos, que es del 95%, por lo tanto, el nivel de desconfianza será del 5%, (0.05), por tanto $\frac{\Delta U}{U} = 0.05$, para este caso será de $r_i = 200$ que corresponde a los grados parciales de libertad.

Una vez conocido el valor de los grados efectivos de libertad v_{eff} se puede conocer el valor de k con la tabla t-Student o en el programa utilizado con la fórmula $= TINV(0{,}05; v_{eff})$. Para algunos casos, el factor de cobertura k es especificado por el documento utilizado.

7.4.2.5.3. Incertidumbre expandida

$$U = k * u_C$$

Nota 1: La incertidumbre expandida debe expresarse con dos cifras significativas.

7.5. Reporte de resultados

El certificado de calibración expedido deberá contener la información requerida en la norma ISO/IEC 17025:2005 en el numeral 5.10.2.

Adicionalmente se tendrá en cuenta la siguiente información:

7.5.1. Información general

Información del laboratorio de calibración, referencia a la acreditación, Identificación del instrumento calibrado (fabricante, tipo de instrumento, Max, d) advertencia de que el certificado puede ser reproducido solo de manera íntegra a menos de que el laboratorio de calibración autorice lo contrario por escrito.

DOCUMENTO NO CONTROLADO AL SER IMPRESO

7.5.2. Información acerca del procedimiento de calibración

Fecha de las mediciones, condiciones ambientales**, l**ugar de la calibración y lugar de instalación del instrumento si estas son diferentes**, r**eferencia o descripción del procedimiento aplicado**, a**cuerdos con el cliente, información de trazabilidad de los resultados de la medición.

7.5.3. Resultados de medición

Las indicaciones y/o los errores para las cargas de prueba aplicadas o los errores relacionados a las indicaciones – como valores discretos y/o por una ecuación resultado de la aproximación.

Indicación del factor de cobertura *k*, con el comentario acerca de la probabilidad de cobertura.

7.5.4. Información adicional

Se puede añadir al certificado sin ser parte de este, información adicional sobre la incertidumbre de medición esperada en uso, incluyendo las condiciones bajo las cuales es aplicable.

Donde los errores están incluidos en la "incertidumbre global", se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$W = T \pm Tol$$

Se debería añadir la declaración de que la incertidumbre expandida asociada a los valores resultantes de la fórmula les corresponde un nivel de confianza de al menos el 95 %.

Donde aplique se puede hacer una declaración de conformidad con alguna especificación existente, y un intervalo de validez.

La declaración puede ser acompañada por un comentario que indique que todos los resultados de medición más las incertidumbres expandidas correspondientes se encuentran dentro de los límites de especificación.

8. REGISTROS

- R-LAB-021 Informe de calibraciones en sitio
- R-LAB-024 Reporte de entrada y salidas de equipos
- Certificado de calibración
- R-LAB-032 Sticker de calibración

Este documento es para uso exclusivo de Set y Gad S.A.S.
VERIFICAR SU VIGENCIA COMPARANDO CON EL DOCUMENTO PUBLICADO EN EL SERVIDOR, CARPETA SGC SET & GAD S.A.S.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático, SIM MWG7 / CG-01 / V.00.
- VIM- Vocabulario Internacional de Metrología conceptos fundamentales y generales y términos asociados. 3a edición en español, Centro español de Metrologia

DOCUMENTO NO CONTROLADO AL SER IMPRESO