

# GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN EN LOS ALCANCES PARA LA CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO.



## GU-3.3-01 Versión 3

PROCESO NIVEL 1:		PROCESO NIVEL 2:
3.0 PRESTACIÓN DEL SERVICIO		3.3 EVALUACIÓN
ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
Fecha: 2023-11-10	Fecha: 2023-11-30	Fecha: 2023-12-06
Profesional experta sectorial LAC	Coordinador Sectorial de Laboratorios de Calibración	Director Técnico Internacional

## 1. OBJETIVO

La presente guía tiene como objeto orientar y establecer los criterios para la expresión de la incertidumbre de la medición en los alcances de acreditación de los laboratorios de calibración para la magnitud masa en instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático, de tal forma que la expresión de los valores de incertidumbre de medida expandida, corresponda no solo con la mejor expresión disponible, considerando el estado del arte de los aspectos técnicos que influyen en dicha expresión, sino que los valores asignados no sean sobrestimados o subestimados en relación con las capacidades de medición del laboratorio.

## 2. ALCANCE

La presente guía aplica para todas las evaluaciones del esquema de laboratorios de calibración, en donde el alcance evaluado incluya la magnitud masa para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático. La forma de expresar el valor de incertidumbre descrito en el numeral 6.2 de la presente guía, debe ser empleada por los equipos evaluadores al momento de consolidar el alcance final.

## 3. DEFINICIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA

### DEFINICIONES

**Error máximo permitido.** valor extremo del error de medida, con respecto a un valor de referencia conocido, permitido por especificaciones o reglamentaciones, para una medición, instrumento o sistema de medida dado.

**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.

### DOCUMENTOS DE DEFINICIÓN

*JCGM 200:2012 International vocabulary of metrology - Basic and general concepts and associated terms.*

Norma NTC 1848:2007, Pesas clase E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>1-2</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>2-3</sub> y M<sub>3</sub> Parte 1: requisitos metrológicos y técnicos generalidades

*JCGM 100:2008 GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement.*

### DOCUMENTOS DE REFERENCIA

ILAC-P14:09/2020: Política para Incertidumbre de medición en Calibración.

ISO/IEC 17025: 2017 Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración.

Guía SIM MWG/cg-01/v.00 año 2009 Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático.

## 4. VINCULACIÓN DEL DOCUMENTO CON LOS PROCESOS DE SISTEMA DE GESTIÓN

Ubicación dentro de la gestión por procesos		Responsable
<b>1 Nivel</b>	3. Proceso de Prestación del Servicio	Dirección Técnica Internacional
<b>2 Nivel</b>	3.3 Evaluación	Dirección Técnica Internacional

## 5. PARTICIPANTES Y RESPONSABILIDADES.

Participante	Responsabilidad
<b>Coordinador Sectorial</b>	Velar porque los criterios establecidos para la expresión de la incertidumbre de la medición correspondan a los adecuados de tal forma que los alcances de acreditación se encuentren de acuerdo con los aspectos técnicos y científicos que puedan incluir en los mismos y no afecten las capacidades de medición de los laboratorios.
<b>Evaluador Líder</b>	Garantizar que los criterios definidos en el presente documentos sean consecuentes con la definición de los alcances de acreditación de los laboratorios de calibración que incluyen instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático.
<b>Experto Técnico/Experto Evaluador</b>	Aplicar los criterios aquí definidos en las evaluaciones iniciales, seguimiento, ampliación reevaluación o extraordinarias, de tal forma que los alcances de acreditación sean expresados forma homogénea.

**6. INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN EN INSTRUMENTOS DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO**

**6.1 Antecedentes**

De acuerdo con los resultados de la evaluación par realizada en el año 2019, se identificó que los alcances de acreditación de la magnitud masa, podrían expresar de una forma no adecuada las incertidumbres de medición para la calibración de los instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático.

Una vez identificada la situación, se procedió a realizar un análisis de los valores de incertidumbre de algunos de los alcances de acreditación, encontrando por ejemplo los siguientes resultados:

OEC	Intervalo	Incertidumbre expandida de medida	Resultados puntuales	
			Carga en kg	U en kg
OEC 1	0 kg a 60 kg con $d \geq 0,1$ g	$8,1 \times 10^{-3}$ (kg) + $4,6 \times 10^{-4} \cdot W$ (kg)	0	0,0081
			10	0,013
			30	0,022
			50	0,031
			60	0,036
OEC 2	0 g a 250 g con $d \geq 0,01$ mg	$1,0 \times 10^{-2}$ (mg) + $8,6 \times 10^{-7} \cdot W$ (mg)	Carga en mg	U en mg
			0	0,010
			50000	0,053
			100000	0,096
			150000	0,14
250000	0,23			
OEC 3	0 g a 220 g con $d \geq 0,01$ mg	$5,8 \times 10^{-6}$ (g) + $6,4 \times 10^{-7} \cdot W$ (g)	Carga en g	U en mg
			0	0,0058
			50	0,038
			100	0,070
			200	0,13
220	0,15			

**Tabla 1:** Análisis numérico de las expresiones de incertidumbre de algunos Laboratorios acreditados. Donde **W** es la Carga aplicada

Con base en los resultados obtenidos del análisis, se identificó que en dichos alcances era posible detectar una tendencia a sobreestimar la incertidumbre de la medición, afectando las capacidades de medición de los laboratorios acreditados.

Considerando lo anterior, surgió el cuestionamiento sobre si la expresión en la CMC de la incertidumbre mediante una ecuación de primer orden era la más adecuada. A partir de lo anterior y con la participación de evaluadores técnicos y expertos técnicos de la magnitud masa, se procedió a realizar un ejercicio de análisis de contexto, que consistió en revisar los alcances de acreditación de masa para la calibración de instrumentos de pesaje de algunos Organismos de Acreditación de países como Alemania, Brasil, Estados Unidos, México, Francia, España, Argentina y Japón con el fin de identificar si los alcances del Organismo Nacional de Acreditación de Colombia se encontraban alienados con los de otros organismos de acreditación.

Con la información consolidada, se identificaron las siguientes tres formas de expresar la incertidumbre de la medición:

1. Un único valor para todo el intervalo ejemplo: 0,028 mg
2. Una ecuación de primer orden ejemplo:  $(0,007 + 0,013 \times W)$  mg, donde W es la carga aplicada
3. Un valor relativo para el intervalo de calibración ejemplo:  $2 \times 10^{-6}$

Frente a los posibles escenarios identificados, fue acordado por los expertos técnicos que un valor fijo para todo el intervalo podría no ser representativo considerando la relación entre la incertidumbre y la carga aplicada, descartando así esta posibilidad. Con respecto a una ecuación de primer orden como la utilizada en este momento por ONAC, podría afectar las capacidades de medición del laboratorio, toda vez que no se puede garantizar en todos los casos, la correcta implementación del anexo C de la guía SIM MWG/cg01/v.00. Finalmente, los expertos del Instituto Nacional de Metrología de Colombia, INM CO, expusieron la forma mediante la cual expresan la incertidumbre de medición en su alcance de acreditación, que corresponde a un valor relativo obtenido como la relación entre el Error Máximo Permitido (EMP) de las pesas patrón utilizadas para la calibración (el cual depende estrictamente de la clase de exactitud de las mismas) y la carga máxima aplicada en el intervalo de medición del instrumento  $(EMP/C_{m\acute{a}x})$ .

Al conocer la metodología establecida por el INM CO, se realizó un ejercicio práctico con el presupuesto de incertidumbre de uno de nuestros laboratorios acreditados, obteniendo lo siguiente:

Cargas de prueba (mg)	1,003	5,002	20,003	50,004	500,018	3000,027	6000,007
$U_{(E)}$	0,005287594	0,005287596	0,005287622	0,006992936	0,013887773	0,038170161	0,045294423
$U_{\text{del error}} / \text{CP}$	$5,3 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-3}$	$2,6 \times 10^{-4}$	$1,4 \times 10^{-4}$	$2,8 \times 10^{-5}$	$1,3 \times 10^{-5}$	$7,5 \times 10^{-6}$

Tabla 2: Ejemplo de incertidumbre relativa para cada carga aplicada

$\text{EMP pesa } 6 \text{ g} = (\Sigma \text{EMP pesa } 5 \text{ g} + \text{EMP pesa } 1 \text{ g}) \text{ Clase } E_2 / \text{Carga máxima}$	$1,3 \times 10^{-5}$
--	----------------------

Tabla 3: Ejemplo de incertidumbre relativa considerando el error máximo permitido para la carga aplicada

Al revisar los resultados, se encuentra que, a pesar de no ser idénticos, son cercanos entre ellos y que las diferencias se pueden atribuir a que en general, los laboratorios acreditados no estiman su incertidumbre con el EMP de las pesas sino con su incertidumbre. Frente a lo anterior, los evaluadores técnicos / expertos técnicos identificaron por consenso que dicha forma de expresar la incertidumbre podría ser más adecuada, teniendo en cuenta el método utilizado por el INM de Colombia y por otros organismos de acreditación.

## 6.2 Expresión de la incertidumbre de la medición

En concordancia con el análisis descrito anteriormente, en adelante los evaluadores técnicos / expertos técnicos de la magnitud masa que sean designados para realizar evaluaciones a laboratorios de calibración en cuyo alcance se encuentren actividades de calibración de instrumentos para pesar de funcionamiento no automático, deberán explicar al laboratorio la manera escogida para expresar la incertidumbre en el alcance y dejar consignado en el mismo la expresión de la incertidumbre como un valor relativo, que será obtenido como la relación entre el valor de la incertidumbre expandida de medida evaluada en la máxima carga aplicada en la calibración y el valor nominal de dicha carga máxima.

Por lo anterior, es de vital importancia que en el mismo alcance se especifiquen al mayor detalle, los patrones utilizados para la calibración en cada intervalo, de modo que al hacer un análisis sencillo sobre el valor relativo, solo sea necesario dividir el EMP de las pesas empleadas según su clase de exactitud entre el valor del límite superior del intervalo de calibración, verificando que dicho valor esté próximo al valor relativo declarado como incertidumbre de medida expandida para el intervalo objeto de análisis.

A manera de ejemplo, a continuación se muestra lo que se espera encontrar en los alcances de acreditación para los instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático.

Magnitud	Intervalo de medición	Incertidumbre expandida de medida relativa	Instrumentos a calibrar	Equipos patrón	Documento normativo
Masa	$0 \text{ g} < m \leq 220 \text{ g}$	$2 \times 10^{-6}$	Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático con $d \geq 0,01 \text{ mg}$	Juego de pesas clase $E_2$ desde 1 mg a 200 g	Guía para la calibración de instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MW/G7/cg-01/v.00 Año 2009
Masa	$220 \text{ g} < m \leq 5 \text{ kg}$	$1,6 \times 10^{-5}$	Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático con $d \geq 1 \text{ mg}$	Juego de pesas clase $F_2$ desde 1 mg hasta 5 kg	Guía para la calibración de instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MW/G7/cg-01/v.00 Año 2009

Tabla 4: Presentación del alcance

Para proporcionar al OEC y a los clientes claridad sobre el alcance, se debe incluir en todos los casos la siguiente nota:

***"La incertidumbre expandida de medida corresponde a los valores relativos del valor medido relacionado en el intervalo de medición."***

La expresión de la incertidumbre aplica para todos los instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático.

## 7. REGISTROS (DOCUMENTO EVIDENCIA)

Código	Nombre	Almacenamiento Físico	Almacenamiento Magnético
--------	--------	-----------------------	--------------------------

No Aplica	No Aplica		
-----------	-----------	--	--

**8. CONTROL DE CAMBIOS**

Versión	Fecha de Aprobación	Resumen de Cambios
1	2019-07-04	Emisión original de la Guía
2	2019-12-09	<p>Se modifica definición de <i>Error máximo permitido</i>.</p> <p>Se cambia nombre de las tablas 2 y 3 de "<i>Comparación de la incertidumbre estimada un laboratorio mediante ecuación cuadrática Vs. valor relativo (U del error / carga máxima)</i>" a "<i>Tabla 2: Ejemplo de incertidumbre relativa para cada carga aplicada y Tabla 3: Ejemplo de incertidumbre relativa considerando el error máximo permitido para la carga aplicada</i>"</p> <p>En la tabla 4 en el campo <i>Equipos patrón</i>, se elimina el texto "<i>especificar valores nominales</i>"</p> <p>Se elimina el título "<i>nota</i>" y el texto "<i>y solo podrá ser modificada en caso que el OEC proponga una expresión de con mayor adecuación, la cual deberá ser aceptada por el equipo evaluador y posteriormente aprobada por el Comité de Acreditación</i>", del numeral 6.2</p> <p>Se incluye el término evaluadores técnicos y expertos técnicos a lo largo del documento y se ajusta en general la redacción de los numerales 6.1 y 6.2.</p>
3	2023-12-06	<p>Numeral 3 Documentos de referencia. Se elimina el CEA-3.0-06 Criterios Específicos para la estimación y declaración de la incertidumbre de medición en la calibración, teniendo en cuenta que el Grupo Técnico Asesor (GTA) de Laboratorios decidió adoptar la Política ILAC P14:09/2020 en el Acta No. 9-2023 y lo cual fue publicado a través de la Circular Externa No. 14-2023. Adicionalmente, se incluye el nombre de la política mencionada en español.</p> <p>Se elimina la referencia a la ISO/IEC 17025:2005.</p>

**9. ANEXOS**

No Aplica.