

CURSO PRACTICO



CALIBRACION Y VERIFICACION Intensivo en Pesaje

Caltex Sistemas SL
www.caltex.es

Valencia
06/Marzo/2025



Nombre Sergio Extremera Martínez

Cargo Jefe de División

E-mail sergio.extremera@caltex.es

Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

1999-2001 Director Técnico MG Calibri (Italia)

2003-2009 Director Técnico Caltex

2003-2009 Director Calidad Caltex

2009-Actualidad. Jefe de División. Instrumentación y calibración

Vision General



1 Calibración Balanza

Definición CALIBRACION:

“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.”

NOTA 1 Una calibración puede expresarse mediante una declaración, una función de calibración, un **diagrama de calibración**, una **curva de calibración** o una tabla de calibración. En algunos casos, puede consistir en una corrección aditiva o multiplicativa de la indicación con su incertidumbre correspondiente.

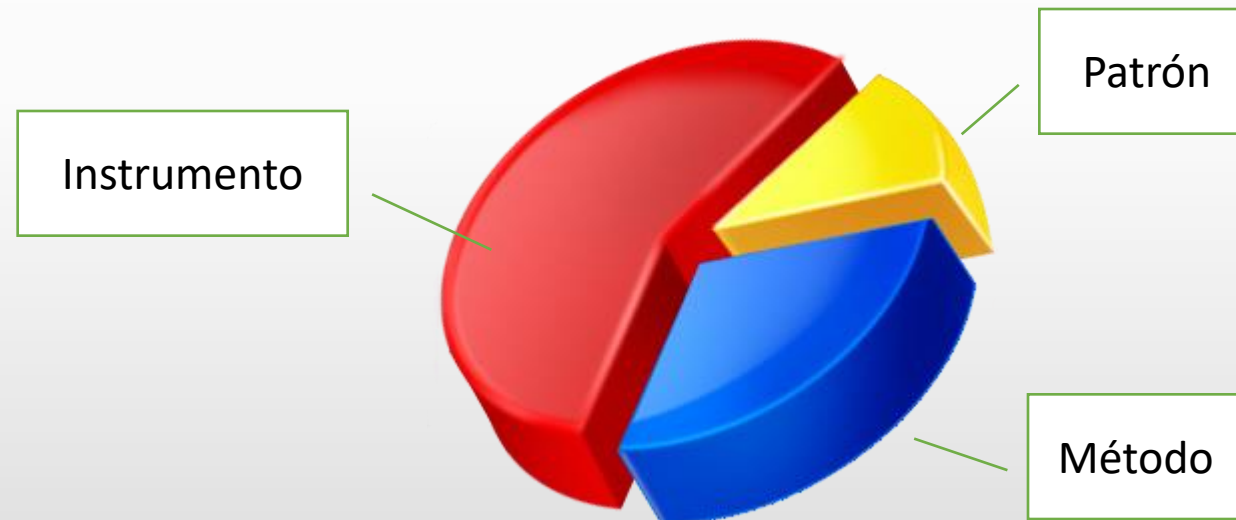
NOTA 2 Conviene no confundir la calibración con el **ajuste de un sistema de medida**, a menudo llamado incorrectamente “autocalibración”, ni con una **verificación** de la calibración.

NOTA 3 Frecuentemente se interpreta que únicamente la primera etapa de esta definición corresponde a la calibración.

Vocabulario Internacional de Metrología VIM 3ª Edición 2008

1 Calibración Balanza

Podemos identificar 3 grupos principales de errores en cualquier calibración:

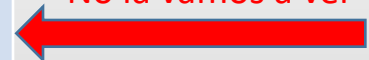


1 Calibración Balanza

Fuentes de Error en la calibración de una balanza

Error	DESCRIPCION	CÁLCULO
Precisión	Dispersión de los valores de las medidas depositando en la balanza la misma masa repetidamente	Cuantificar su repetibilidad mediante la desviación estándar
Excentricidad	Diferencia de valores obtenidos en diferentes partes del plato de la balanza	Cuantificar el error mediante la máxima diferencia
Exactitud	Desviación del valor medido respecto el patrón	Cuantificar el error sistemático en los diferentes puntos de calibración
Resolución	El instrumento redondea la ultima cifra y nos <i>engaña</i> la lectura de la pantalla	Identificar la resolución del instrumento y tratarla estadísticamente
Condiciones ambientales	Las condiciones de uso son diferentes a las de calibración	Cuantificar si la diferencia entre las condiciones de calibración y de uso están introduciendo un nuevo error
Inestabilidad	Es el error que aparece en el instrumento por el paso del tiempo	Establecer el plazo de calibración y cuantificar su deriva asociada

No la vamos a ver



1 Calibración Balanza

Descripcion más detallada de los Errores:

- E_{Mref} Error del patrón de referencia usado para la calibración. Está indicado en el Certificado de Calibración del mismo patrón.
- E_{rep} Error por falta de repetibilidad. Es obtenido experimentalmente o es suministrado por el fabricante como resultado de un cálculo estadístico y expresado en términos de distribución normal a nivel 1σ .
- E_{res} Error debido a la resolución de la indicación del instrumento. Siendo un valor máximo, es considerado como una distribución estadística rectangular (equiprobable). En el caso de indicadores digitales sería $\frac{1}{2}$ dígito.
- E_{ex} Error debido a las diferencias de valores que se leen en la balanza cuando depositamos la carga en diferentes partes del plato de la misma. Es considerado como una distribución estadística rectangular. Es un valor máximo.
- E_{der} Error debido a la inestabilidad (deriva en el tiempo). Es un dato que normalmente es extraído de los datos históricos del instrumento ó suministrado por el fabricante. También éste es un valor máximo.

1 Calibración Balanza

Cálculo del Error

La calibración por comparación de la balanza consistirá en calcular el Error de la balanza E_{cal} y asociarle la Incertidumbre correspondiente. Es decir, la diferencia entre la masa patrón M_{ref} y la indicada por la balanza M_{bal} , con sus correcciones, en cada punto de calibración:

Punto 1 $E_{cal} = (M_{bal} + E_{res} + E_{der} + E_{rep} + E_{ex}) - M_{ref}$

Punto 2 $E_{cal} = (M_{bal} + E_{res} + E_{der} + E_{rep} + E_{ex}) - M_{ref}$

Punto 3 $E_{cal} = (M_{bal} + E_{res} + E_{der} + E_{rep} + E_{ex}) - M_{ref}$

...

1 Calibración Balanza

Y llegan las Incertidumbres...



1 Calibración Balanza

Algunas claves para el Cálculo la incertidumbre

1. Utiliza el método ICCE. Identificar, Cuantificar, Combinar y Expandir. En ese orden
2. Debemos pasar todas las contribuciones a un nivel de fiabilidad del 68% para luego ampliarla al 95%:
 - a) La fiabilidad de los resultados de un Certificado de Calibración Acreditado es del 95% por tanto tiene que ser dividida por 2
 - b) La repetibilidad es el resultado de un cálculo de la desviación estándar si el número de repeticiones es ≥ 10 veces. De este modo es expresado a un nivel 1σ y es por tanto utilizado en el cálculo de Incertidumbre tal como es calculado.
 - c) Los errores con distribución rectangular, como el error por inestabilidad (deriva) E_{der} tienen que ser *convertidos en términos de distribución normal* dividiendo por raíz de 3.
 - d) El error de resolución de la indicación es un valor máximo y, en caso de indicadores digitales, es igual a $\frac{1}{2}$ dígitos. Si se pone 1 dígito entero, debe ser dividido por $2 \cdot (\text{raíz de tres})$.

Incertidumbre Típica Combinada
a nivel 1σ (68% fiabilidad).



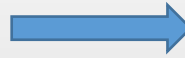
$$u_{cal}^2 = u_{res}^2 + u_{der}^2 + u_{rep}^2 + u_{ex}^2 + u_{pat}^2$$

1 Calibración Balanza

Cálculo del Incertidumbre Combinada u_c

La Incertidumbre de medida de un instrumento, conocida como Incertidumbre Combinada (combined uncertainty), es normalmente indicada como u_c y es igual a la suma cuadrática de los términos considerados.

Incertidumbre Típica Combinada
a nivel 1σ (68% fiabilidad).


$$u_{cal} = \sqrt{\left(\frac{E_{res}}{2\sqrt{3}}\right)^2 + (E_{rep})^2 + \left(\frac{E_{ex}}{2\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{U_{Pat}}{2}\right)^2} + |E_{pat}|$$

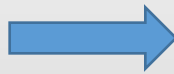
Ojo!!
Si no corrijo el error del patrón hay que sumárselo
linealmente

1 Calibración Balanza

Cálculo del Incertidumbre Expandida U

1. Si es determinada con los criterios expuestos anteriormente la incertidumbre comprende el 68,26% de probabilidad de que el valor verdadero se encuentre dentro de un intervalo $\pm u_{cal}$ (se dice que tiene un índice de confianza del 68%) este número podría resultar escaso a efectos de calidad del producto.
2. Para mayor fiabilidad, conviene adoptar un intervalo más amplio que asegure una probabilidad mayor de cobertura; se multiplica u_{cal} , por tanto, por un factor de cobertura K, normalmente 2, se dice, entonces, que la incertidumbre está expresada a un nivel 2σ con nivel de confianza del 95 %).

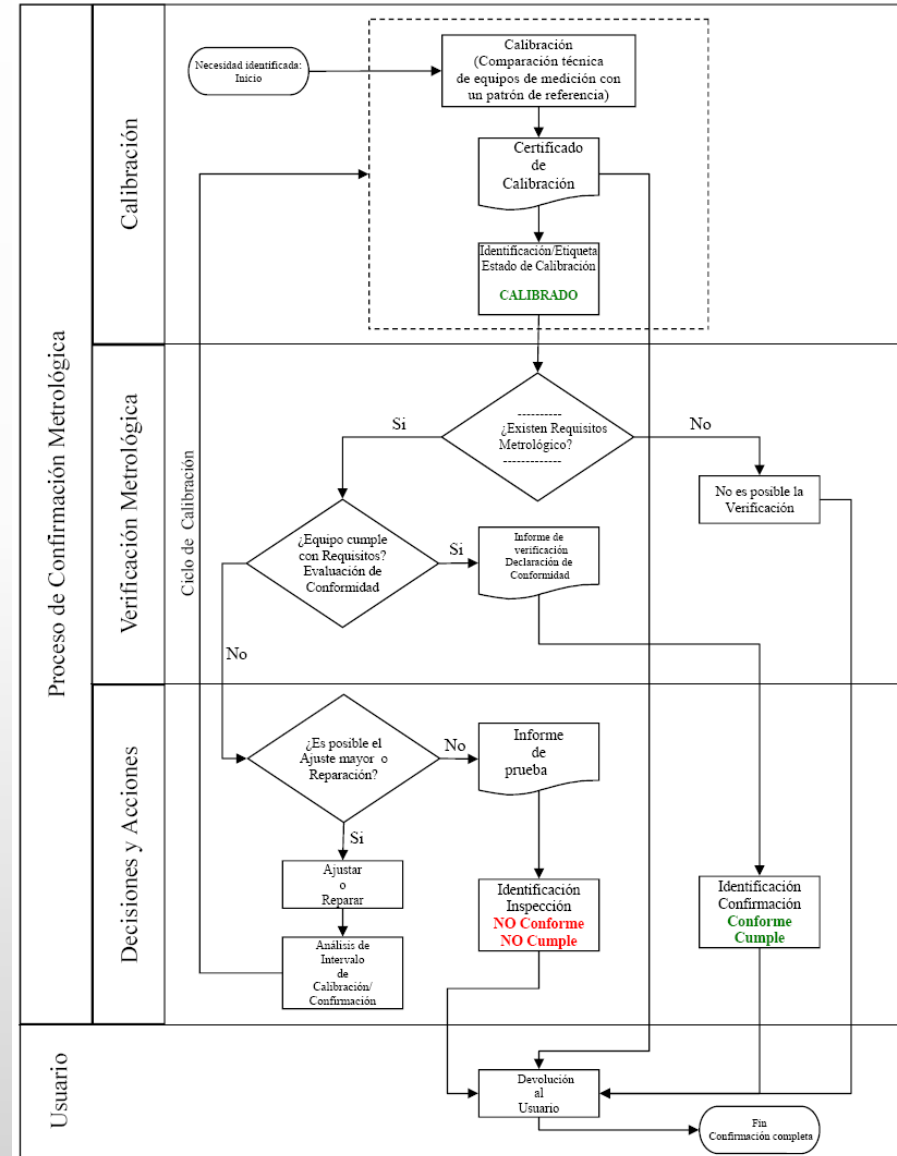
Incertidumbre
Expandida a nivel 2σ .
95% fiabilidad



$$U = \pm 2u_{cal}$$

2 Verificación Balanza

PROCESO DE CONFIRMACION METROLÓGICA



Fuente: ISO 10012:2003

2 Verificación Balanza

		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN <i>Certificate of Calibration</i>	
Número <i>Number</i>		000000	
Página <i>Page</i>		1	de <i>of</i>
		3	páginas <i>pages</i>

CALTEX SISTEMAS, S.L	
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN	
Av. Juan de La Cierva, N° 10 (N 7). 46980 Paterna (VALENCIA)	
Tel.: 96 182 99 02 – Fax: 96 143 82 72 e-mail: caltex@caltex.es Web: http://www.caltex.es	

OBJETO <i>Item</i>	TERMÓMETRO DE LECTURA DIRECTA <i>SENSOR DE RESISTENCIA TERMOMÉTRICA</i>
MARCA <i>Brand</i>	--
MODELO <i>Model</i>	--
IDENTIFICACIÓN <i>Identification</i>	CÓDIGO : -- N° SERIE : --
SOLICITANTE <i>Applicant</i>	--
FECHA/S DE CALIBRACIÓN <i>Date/s of calibration</i>	01/01/2014

Signatario/s autorizado/s <i>Authorized signatory/ies</i>	Fecha de emisión <i>Date of issue</i>
---	---

Responsable del centro

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC que ha comprobado las capacidades de medida y su trazabilidad a patrones nacionales o internacionales.
ENAC es el firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).
Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio de calibración CALTEX SISTEMAS.

This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national standards.
ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory CALTEX SISTEMAS.

 CALTEX colabora con el medio ambiente, IMPRESIÓN A DOBLE CARA

LT-RGD-07 Ver 33

2 Verificación Balanza

		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN :	
		000000	
Página	2	de	3
Page		of	pages

El resultado de las medidas incluidas en el presente certificado ha sido obtenido aplicando el procedimiento N°. **LT-PC-05**

The measurement results reported in this certificate were obtained following procedures N°.

CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACIÓN:

Temperatura	[22,8 ~ 23] °C
Humedad Relativa	< 70 %Hr

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO:

Rango de Medida	-18~70 °C
Mínima división	0,1 °C
Resolución	0,1 °C
Líquido Sensible	No procede
Patrones de Trabajo	LT-TDR-02 LT-TRT-03 LT-TRT-04

NOTAS:

INCERTIDUMBRES :

Las contribuciones consideradas para el cálculo de la incertidumbre han sido todas las que afectan al método de calibración, incluyendo la resolución y la estabilidad a corto plazo del instrumento en calibración. No ha sido considerada la componente relativa a la estabilidad a largo plazo.

La incertidumbre expandida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$, que para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de aproximadamente el 95 %. El cálculo se ha efectuado conforme a la guía europea EA-4/02.

Los valores e incertidumbres reportados en este documento, corresponden al momento y condiciones de las medidas.

♻️ CALTEX colabora con el medio ambiente. IMPRESIÓN A DOBLE CARA

2 Verificación Balanza



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN :

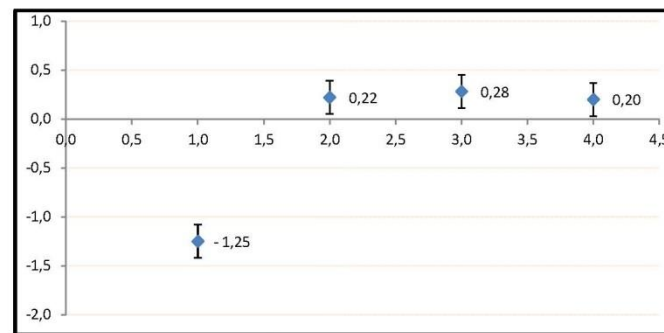
000000

Página 3 de 3 páginas
Page of pages

RESULTADOS OBTENIDOS

[illegible]

Tabla de resultados obtenidos



REPRESENTACIÓN VALOR INDICADO - ERROR (°C)

 **CALTEX** colabora con el medio ambiente, **IMPRESIÓN A DOBLE CARA**

2 Verificación Balanza

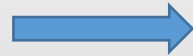
INCERTIDUMBRE DE CALIBRACIÓN

Incetidumbre resultado de una calibración. Es el producto de la comparación de dos medidas una materializada por un patrón de referencia y otra por el equipo al que se le quiere transferir la trazabilidad. Es la incertidumbre que se encuentra en el certificado de calibración.

Las contribuciones que se suelen considerarse en la calibración es la del patrón de referencia, la del método de calibración y la del Instrumento bajo calibracion.

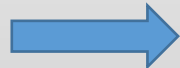
!!!! NO CONFUNDIR CON LA
INCERTIDUMBRE DE USO !!!!!

Incetidumbre Tipica Combinada
a nivel 1σ (68% fiabilidad).



$$u_{uso} = \sqrt{\left(\frac{E_{res}}{2\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{E_{der}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{U_{Bal}}{2}\right)^2} + |E_{Bal}|$$

Incetidumbre Expandida a nivel 2σ .
95% fiabilidad



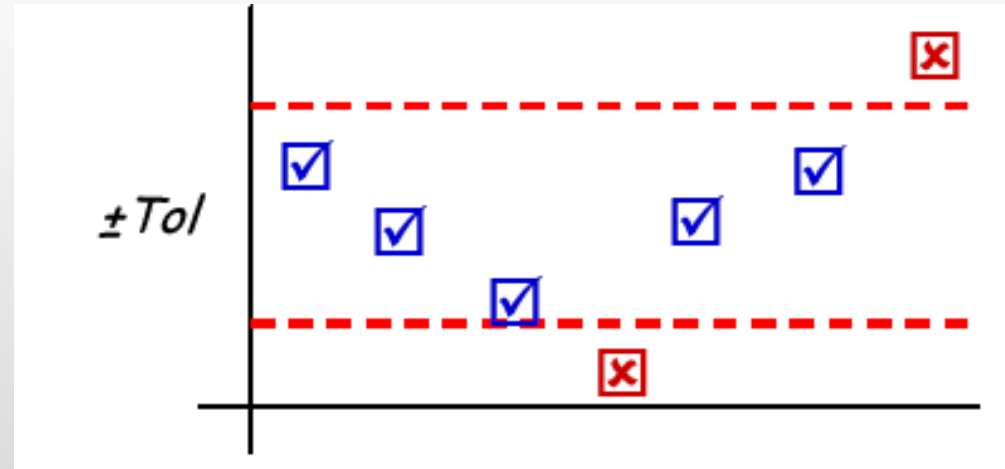
$$U_{uso} = 2 \times u_{uso}$$

3 Verificación Producto

TOLERANCIA

Intervalo establecido en un reglamento o una instrucción técnica, dentro del cual, los resultados obtenidos en las mediciones de una magnitud, son aceptables

(medida \pm tolerancia)



3 Verificación Producto

CRITERIO PARA RELACIONAR
TOLERANCIA CON INCERTIDUMBRE



$$3 < \frac{T}{U_{\text{Uso}}} < 10$$

Fuente: *La Gestión de Procesos Metrológicos*. AENOR 2004

3 Verificación Producto

RELACIONES ENTRE TOLERANCIA E INCERTIDUMBRE:

- El disponer de equipos calibrados permite clasificar cualquier elemento fabricado, de acuerdo con una especificación, en bueno, malo o dudoso (conforme, no conforme o dudoso).



3 Verificación Producto

CRITERIO DE VERIFICACIÓN

$$T_V = T - U_{\text{Uso}}$$

Fuente: UNE-EN ISO 14253-1:2015

SIENDO:

T_V = Tolerancia de verificación

T = Tolerancia del proceso

U_{uso} = Incertidumbre expandida de uso

Ya casi lo tenemos...

Verificación Intermedia

Qué es:

Un control metrológico sobre un instrumento de medida para evidenciar experimentalmente que sigue bajo control estadístico durante un periodo. En este caso verificación intermedia de una Balanza

Qué no es:

1. Una sustitución de la calibración
2. Una forma de transferir la trazabilidad metrológica
3. Una forma de determinar ni el error ni la incertidumbre

Para qué puede ser útil en mi Plan de Calibración?:

1. Para confirmar que las estimaciones que has realizado en el cálculo de U se están cumpliendo
2. Para detectar derivas y desviaciones no previstas
3. Para alargar/acortar periodos de calibración

Qué otros usos puedo darle?:

1. Para validar métodos de medición y calibración
2. Para cualificar técnicos

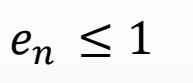


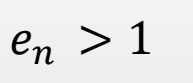

Verificación Intermedia de una balanza

Sistemática

Poner una masa patrón que disponga de un Certificado de Calibración Válido en el plato de la balanza que se quiera comprobar que todo sigue bajo control y que la U de uso prevista durante el periodo de calibración se cumple.

Cálculo mediante Error Normalizado e_n

$$e_n = \frac{|m_{pat} - m_{bal}|}{\sqrt{U_{pat}^2 + U_{bal}^2}} =$$

	SI		$e_n \leq 1$		Ok. Valores Compatibles
	SI		$e_n > 1$		No Ok. Valores NO Compatibles. Algo va mal

Dónde

m_{pat} = Valor nominal de la masa patrón

U_{pat} = U de la masa patrón (Tolerancia Clase)

m_{bal} = Valor que indica la balanza

U_{bal} = U de uso de la balanza durante el periodo de calibración

GRACIAS

Caltex Sistemas S.L. | Tu proveedor único en calibración

Av. Juan de la Cierva y Codorníu 10, Parque tecnológico de Valencia



www.caltex.es