

CURSO
CALIBRACION Y VERIFICACION

Practica en Temperatura



Valencia
29 Noviembre 2022



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

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Cómo la Metrología está presente en nuestras vidas
2. Por qué la verificación no sustituye a la calibración
3. El valor de la trazabilidad metrológica

Pausa-Café

4. Algunos conceptos metrológicos y de medición
5. La incertidumbre de estar seguro al 95%

Comida

6. Taller de verificación de Temperatura.



SIMPLEMENTE... ¿QUÉ HORA ES?

1. ¿Todos tenemos la misma hora?
2. ¿Hemos calibrado el reloj anualmente?
3. ¿Cuál ha sido la referencia en la calibración?
4. ¿Es trazable el patrón?
5. ¿Hemos ajustado el reloj?



EVALUACIÓN Y CONSECUENCIAS DE LOS RIESGOS

MAGNITUD: Temperatura

> RIESGO

- ✓ Deficiente Calidad

> POSIBLES CONSECUENCIAS

- ✓ Medidas no compatibles
- ✓ Penalización económica por deterioro del producto
- ✓ Perder la trazabilidad
- ✓ Etc...



ACTUALIDAD DE LA PROBLEMÁTICA

Las nuevas referencias normativas y los nuevos modelos de competitividad han fijado nuevas necesidades en lo que a formas de medir se refiere

Un sistema de medición eficiente se ha convertido en un factor competitivo dentro de las empresas.



REQUERIMIENTO NORMATIVOS

<input type="checkbox"/> Sector Automóvil	Series ISO/TS
<input type="checkbox"/> Agroalimentario	BRC, IFS, APPCC's, Guías Fedacova
<input type="checkbox"/> Ensayos	ISO 17025
<input type="checkbox"/> Sector Aeronáutico	ISO 9100
<input type="checkbox"/> Industria	ISO 9000
<input type="checkbox"/> Madera	Orden AAA/458/2013

OTRO IDIOMA

**Trazabilidad, tolerancias, incertidumbres,
tipo de errores, precisión, exactitud...**



LA SOLUCIÓN: FORMACIÓN



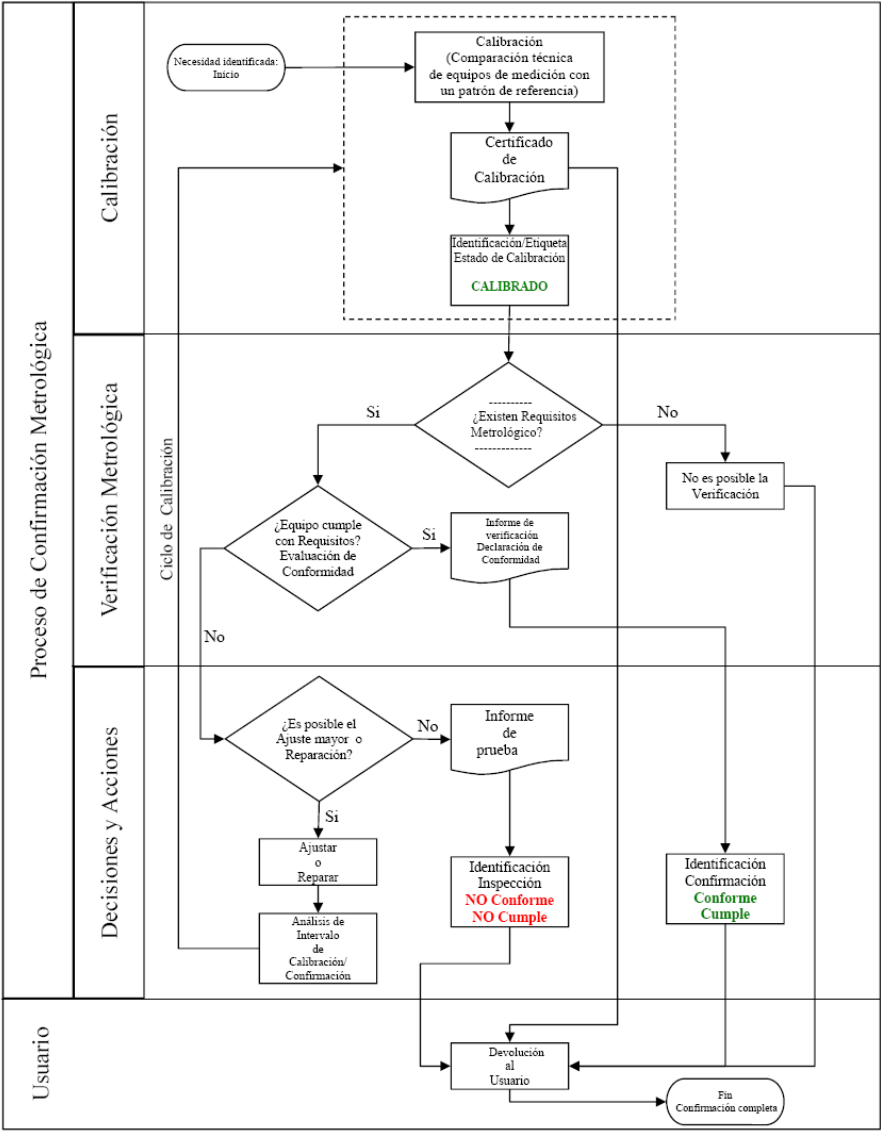
LIBROS Y DOCUMENTOS RECOMENDADOS

- > **VIM. Vocabulario Internacional de Metrología. CEM 2000**
- > **Metrología Abreviada. CEM 2009**
- > **Procedimientos de calibración del CEM.**
- > **EA-4/02 (ENAC) Evaluación de la incertidumbre de medida en las calibraciones. 2013**
- > **ISO-GUM. CEM 2000 Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida.**
- > **G-ENAC-09 Guía para la expresión de la incertidumbre en los ensayos cuantitativos**
- > **La Gestión de Procesos Metrológicos. Análisis e integración de un sistema de gestión de las mediciones (ISO 10012:2003). AENOR**
- > **NT-62 de ENAC. Evaluación de la trazabilidad metrológica de los resultados de medida**

<https://www.enac.es/documents/7020/78d5d2a3-e93c-40fe-b1e4-3c33410ebb89>



PROCESO DE CONFIRMACION METROLÓGICA

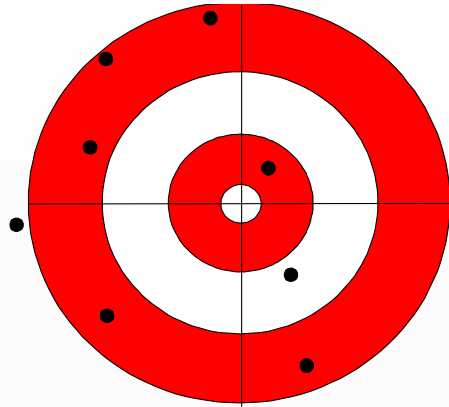


Fuente: ISO 10012:2003

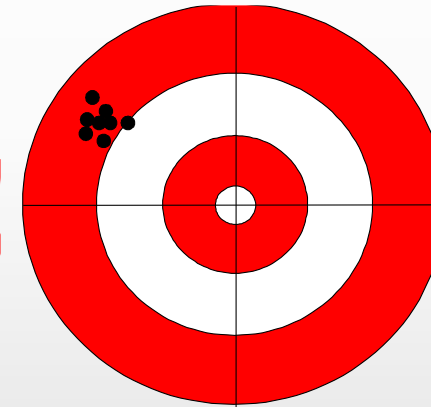
CURSO
CALIBRACION Y VERIFICACION

**CONCEPTOS METROLÓGICOS
Y TRAZABILIDAD**

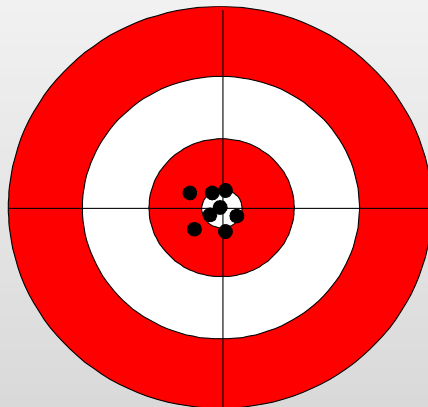
EXACTITUD Y PRECISIÓN



ESCASA PRECISIÓN
ESCASA EXACTITUD



BUENA PRECISION
ESCASA EXACTITUD



BUENA PRECISION
BUENA EXACTITUD

TRAZABILIDAD

Definición según VIM:

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**.

TRAZABILIDAD



EL PROBLEMA DE LAS NACIONALIDADES

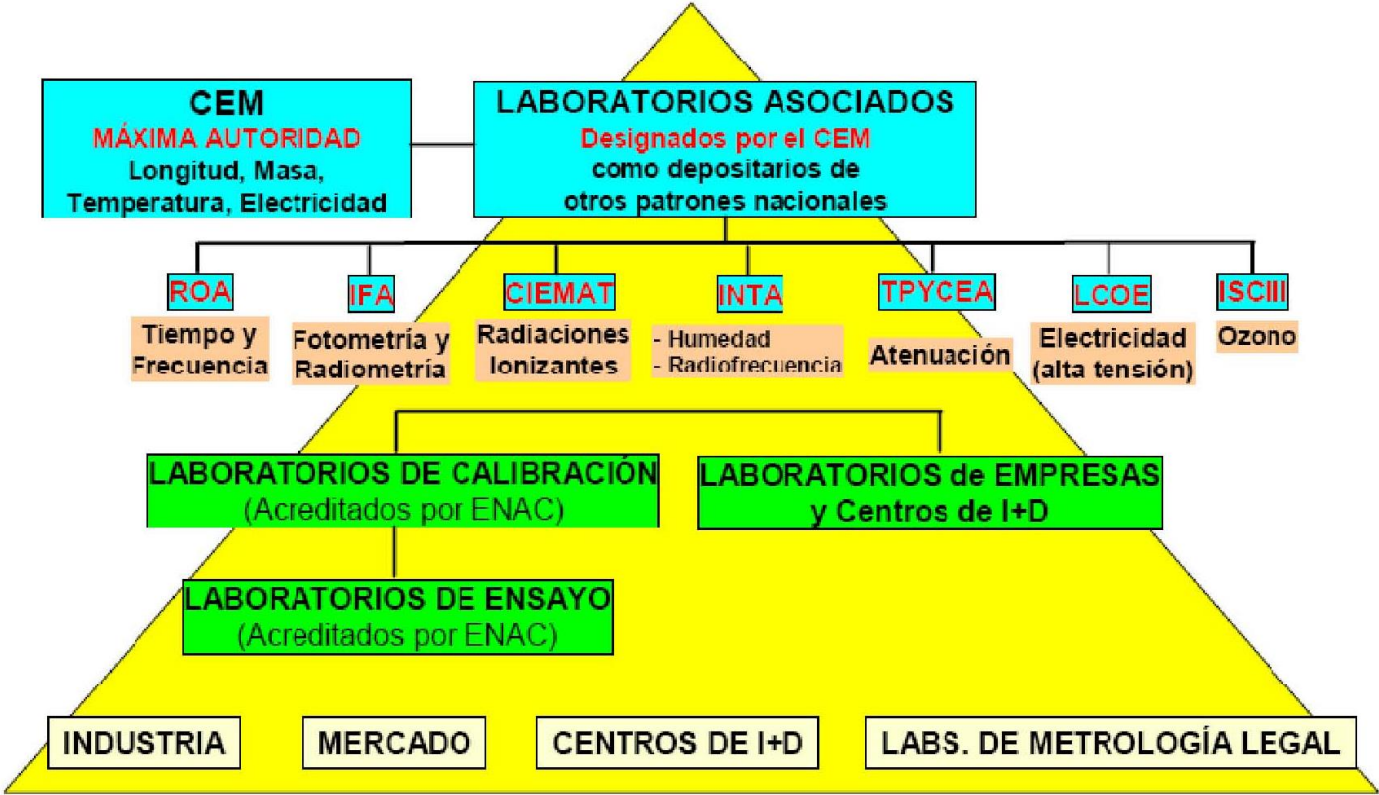


Necesaria una marca de reconocimiento Internacional...

INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION



TRAZABILIDAD DE LAS MEDIDAS SI



SISTEMA METROLÓGICO 

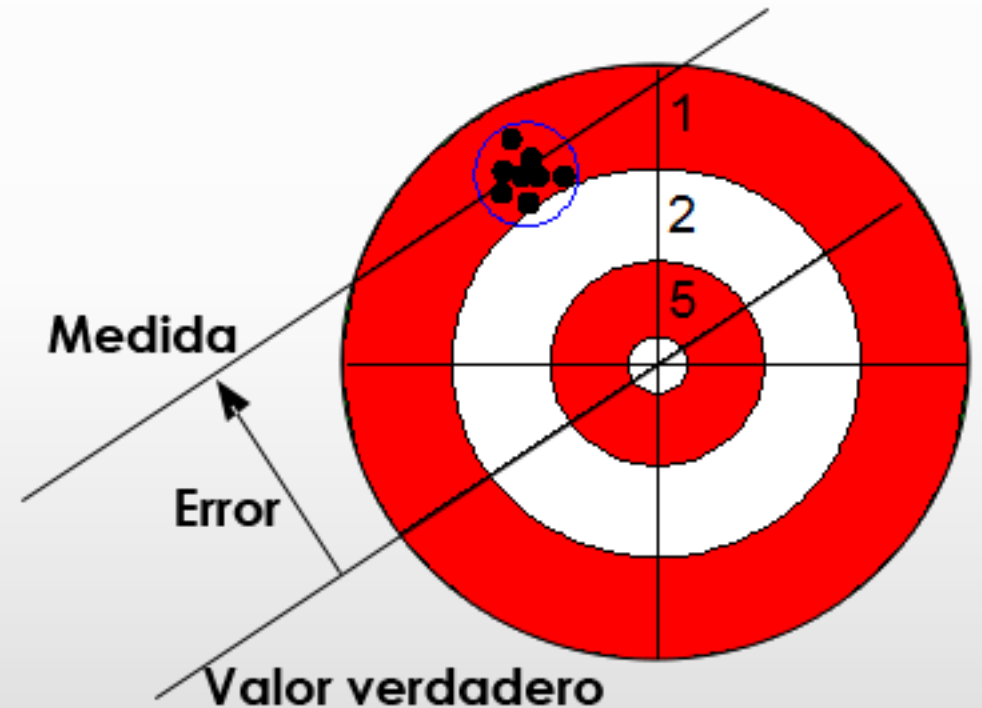
CORRECCIÓN

Diferencia entre el valor verdadero (o considerado como tal) del mensurando y la cantidad expresada de una medida.

Corrección = - Error

Valor verdadero = Medida + Corrección

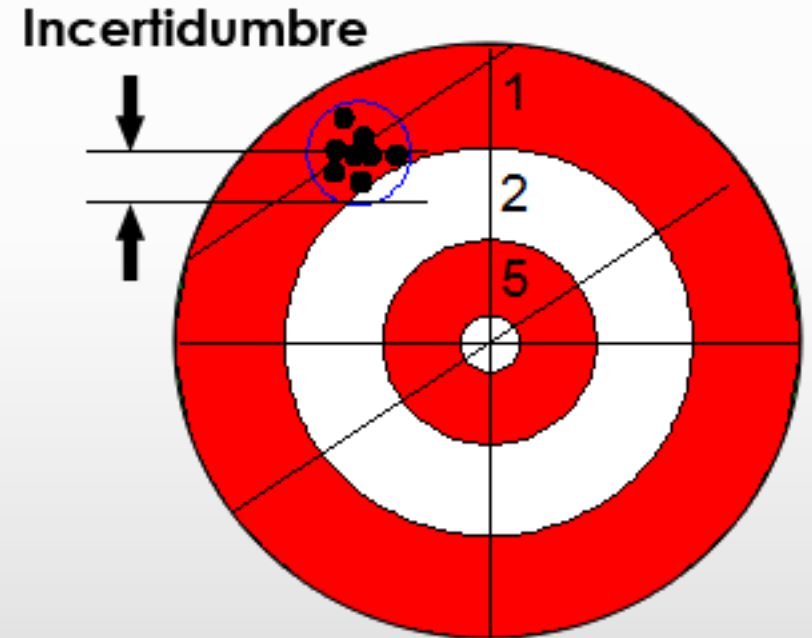
Valor verdadero = Medida - Error



INCERTIDUMBRE

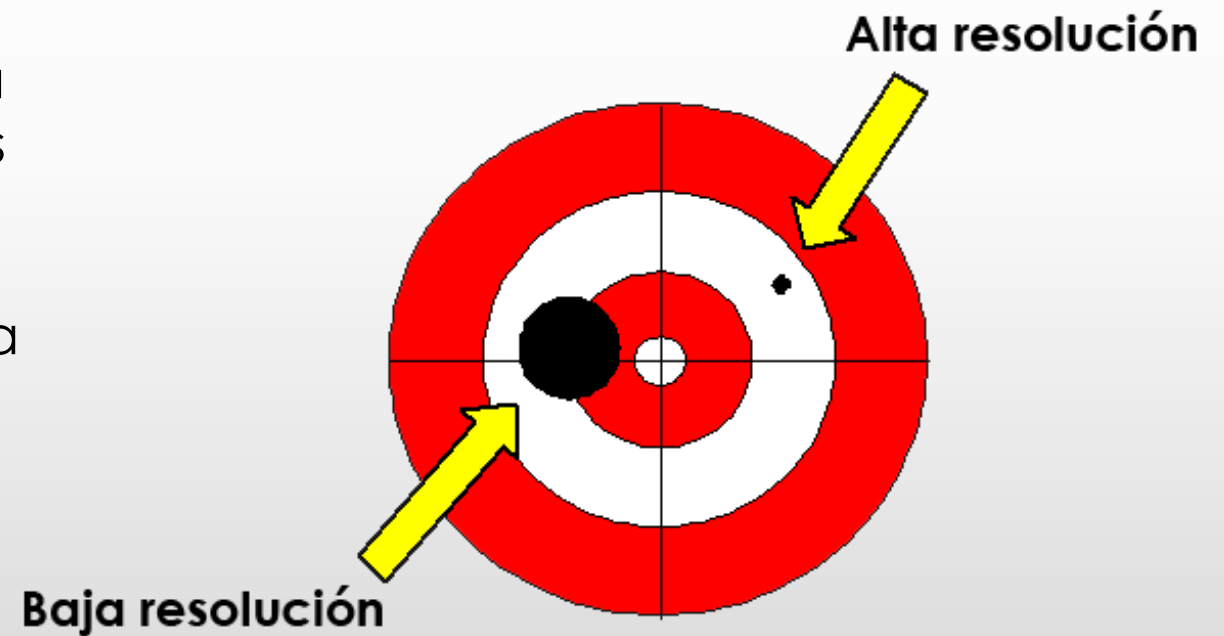
El intervalo de incertidumbre indica el grado de dispersión de n medidas de un mismo mensurando obtenidas en condiciones de repetibilidad. Según la normativa internacional es expresada como intervalo simétrico de valores:

(medida \pm incertidumbre)



RESOLUCIÓN

La variación más pequeña de la indicación de un instrumento que puede ser percibida de modo significativo. Para los instrumentos con indicaciones digitales, en la mayoría de los casos, equivale a una cifra menos significativa (a veces 2 ó 5 unidades). Para los instrumentos con indicaciones analógicas, la resolución depende también de la capacidad del operador y equivale, normalmente, desde una división a 1/5 de división.

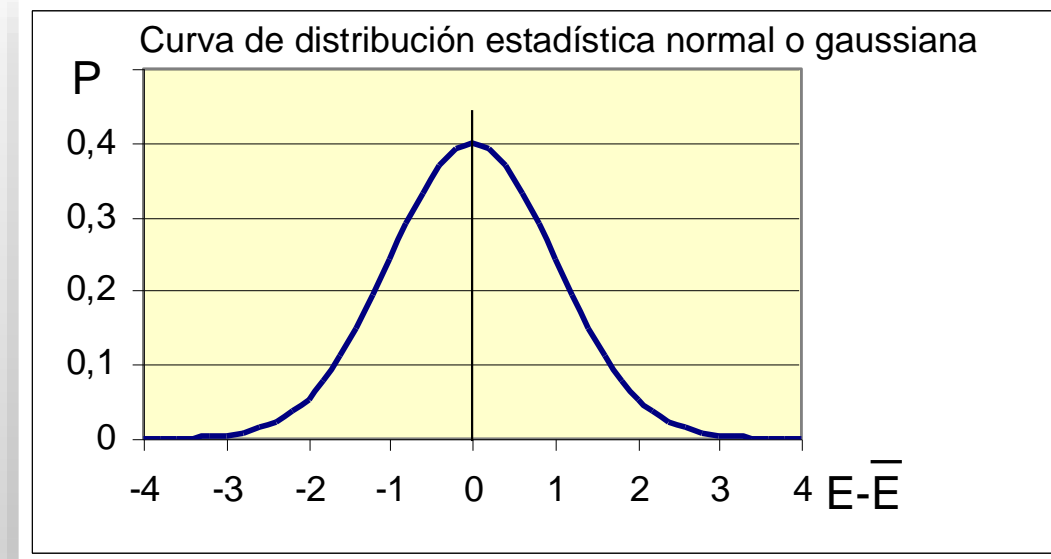


REPETIBILIDAD

Comportamiento de un instrumento de medida para reproducir el mismo valor del mismo mensurando. La definición es válida si las mediciones son efectuadas:

- con el mismo instrumento
- en las mismas condiciones y en la misma posición
- por el mismo técnico
- con los mismos procedimientos
- dentro de un breve periodo de tiempo (minutos-horas).

La repetibilidad se expresa en términos de dispersión de los valores medidos (desviación estándar σ de n valores) o también de varianza (σ^2).

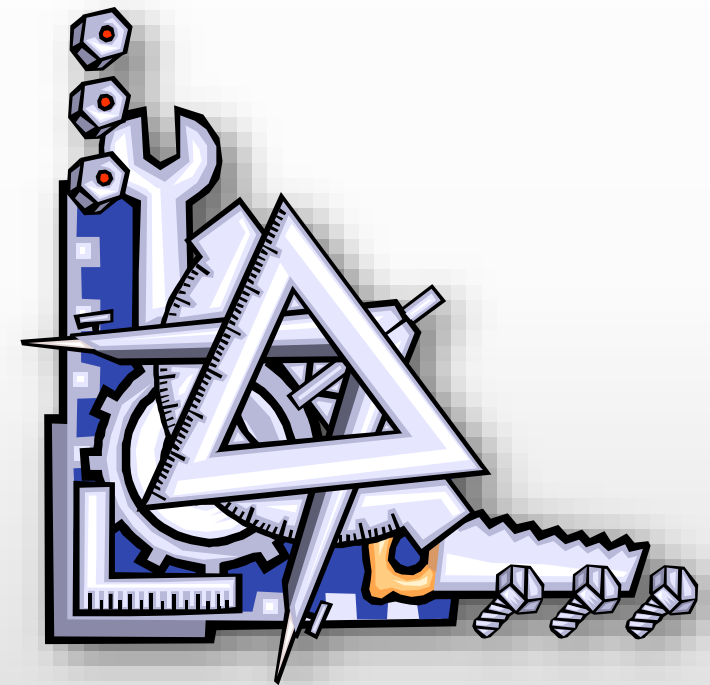


CLASE DE PRECISIÓN

Número que identifica el máximo error de indicación, positivo o negativo, consentido para un instrumento de medida en las condiciones especificadas. Incluye, normalmente, los errores de resolución, histéresis, linealidad y repetibilidad.

Es expresado, normalmente, como porcentaje del rango de medida.

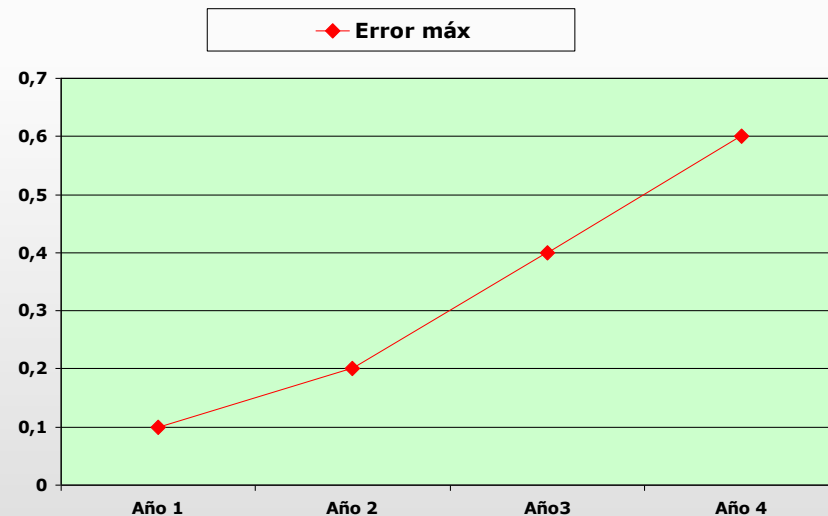
En general las clases de instrumentos particulares son definidas por una norma específica.



Cómo ahorrar dinero en calibración



ESTABILIDAD



Comportamiento de un instrumento de medida a mantener en el tiempo las propias características metrológicas.

Ingredientes para ahorrar

1. Disponer de un histórico de 3 certificados consecutivos
2. Cuantificar una contribución a la incertidumbre
3. Realizar un cálculo de la incertidumbre según EA4/02

Cogemos los certificados

AÑO 1

Ref	Ins	Error	U
20	21	1	0,1
50	52	2	0,1
70	72	2	0,1

AÑO 2

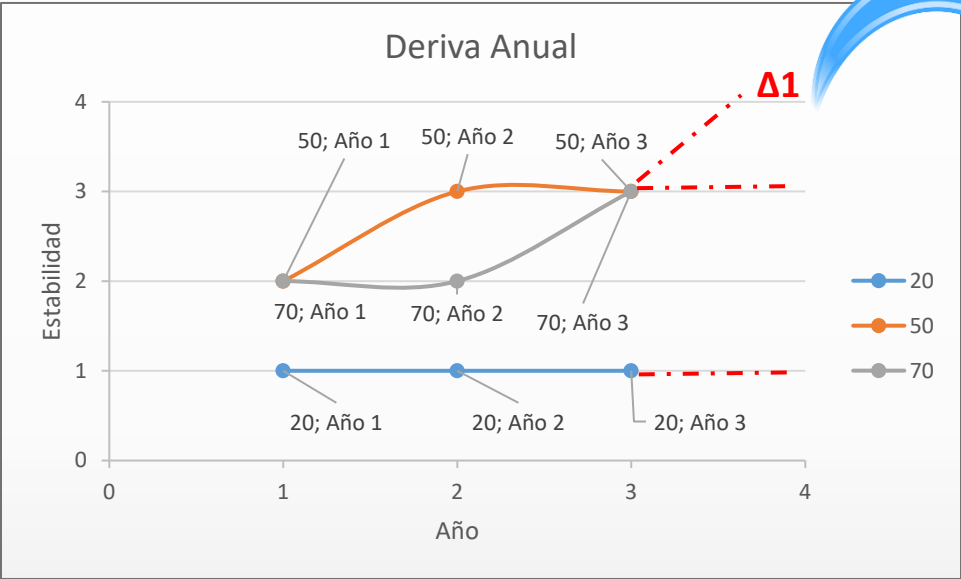
Ref	Ins	Error	U
20	21	1	0,1
50	53	3	0,1
70	72	2	0,1

AÑO 3

Ref	Ins	Error	U
20	21	1	0,1
50	53	3	0,1
70	73	3	0,1

Mismos puntos todos los años

Ingredientes para ahorrar



Cuantificar

$$u = \frac{e_{der}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Combinar

$$U_{uso} = 2 * \sqrt{u_{cal}^2 + u_{res}^2 + u_{der}^2} + |E_{max}| \quad \text{Periodo 1 año}$$

$$U_{uso} = 2 * \sqrt{u_{cal}^2 + u_{res}^2 + 2 * u_{der}^2} + |E_{max}| \quad \text{Periodo 2 años}$$

$$U_{uso} = 2 * \sqrt{u_{cal}^2 + u_{res}^2 + 3 * u_{der}^2} + |E_{max}| \quad \text{Periodo 3 años}$$

... ∞

¿Y ahora qué Termómetro....?



Especificaciones de Instrumentacion

- ✓ 0,5 % de la lectura
- ✓ 0,5 % FS (Full Scale)
- ✓ 0,5 °C

Y el \pm ?



<p>CURSO</p> <p>CALIBRACION Y VERIFICACION</p>	<p>CERTIFICADO DE</p> <p>CALIBRACIÓN TEMPERATURA</p>
--	--



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número
Number

8852-9851

Página
Page


1 de 3
of

páginas
pages

CALTEX SISTEMAS, S.L
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
Av. Juan de La Cierva, Nº 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 TERMOPAR</i>
MARCA <i>Mark</i>	-ebro-
MODELO <i>Model</i>	TTX 100
IDENTIFICACIÓN <i>Identification</i>	CÓDIGO : NO CONSTA Nº SERIE : 50087497
SOLICITANTE	SOLICITANTE dirección Población PROVINCIA
FECHA/S DE CALIBRACIÓN <i>Date/s of calibration</i>	25/09/2017

Signatario/s autorizado/s <i>Authorized signatory/ies</i>	Fecha de emisión <i>Date of issue</i>
 Rafael Jiménez He revisado este documento 2016-03-09 12:11+01:00	martes, 26 de septiembre de 2017

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 signatures 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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



8852-9851

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 / Humedad Relativa [24,9 ~ 25] °C [52,2 ~ 50,8] %Hr

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO

Rango de Medida -18 ~ 70 °C Resolución / Div escala 0,1 / 0,1 °C

La sonda bajo calibración ha sido sumergida en los medios de temperatura controlada al menos 100 mm

Patrones de Trabajo 8026 8041 8042

NOTAS

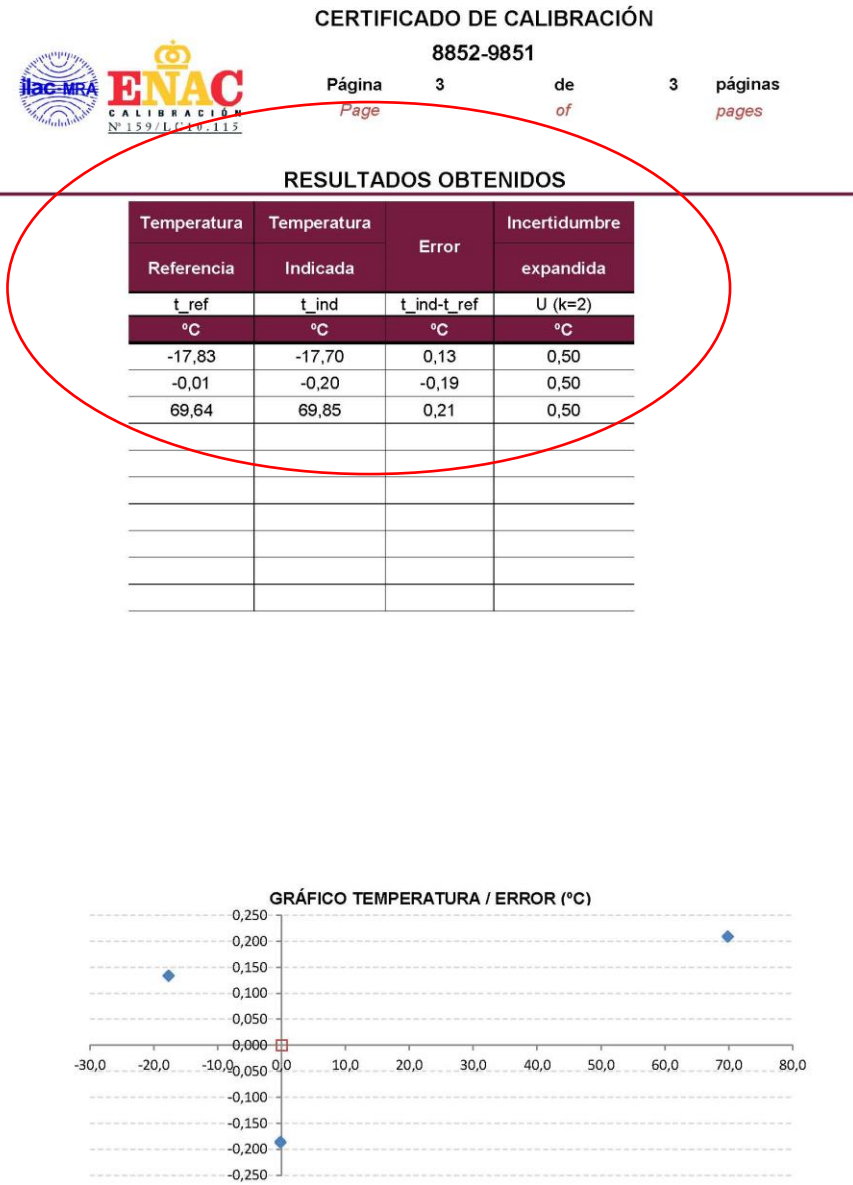
Para valorar la repetibilidad del instrumento bajo calibración se repite la medida sobre la misma temperatura al principio y final de la calibración, encontrando diferencias no compatibles con la resolución del instrumento, por lo que se realiza una aportación adicional a la incertidumbre de 0,1 °C

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 M:2013.

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



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.

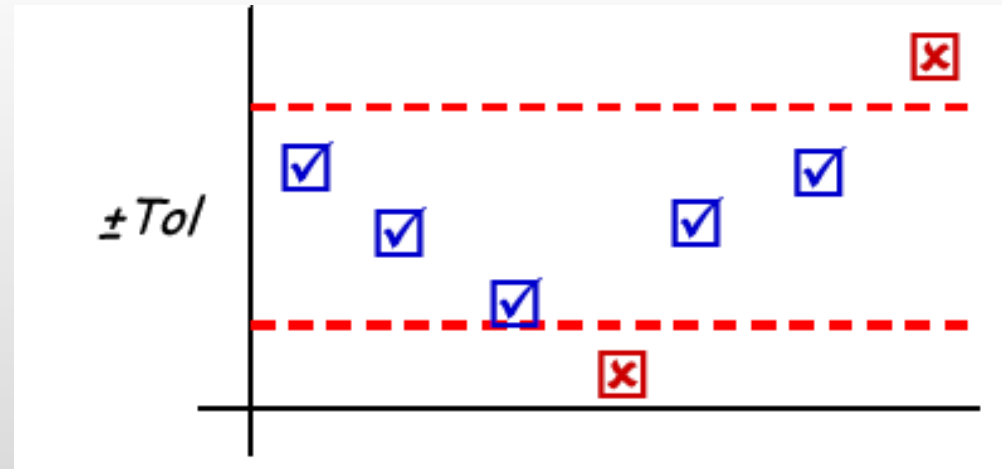
Las contribuciones que se suelen considerarse en la calibración es la del patrón de referencia, la del método de calibración, la resolución y la repetibilidad.

!!!! NO CONFUNDIR CON LA
INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO !!!!!

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)



CRITERIO PARA RELACIONAR TOLERANCIA CON INCERTIDUMBRE

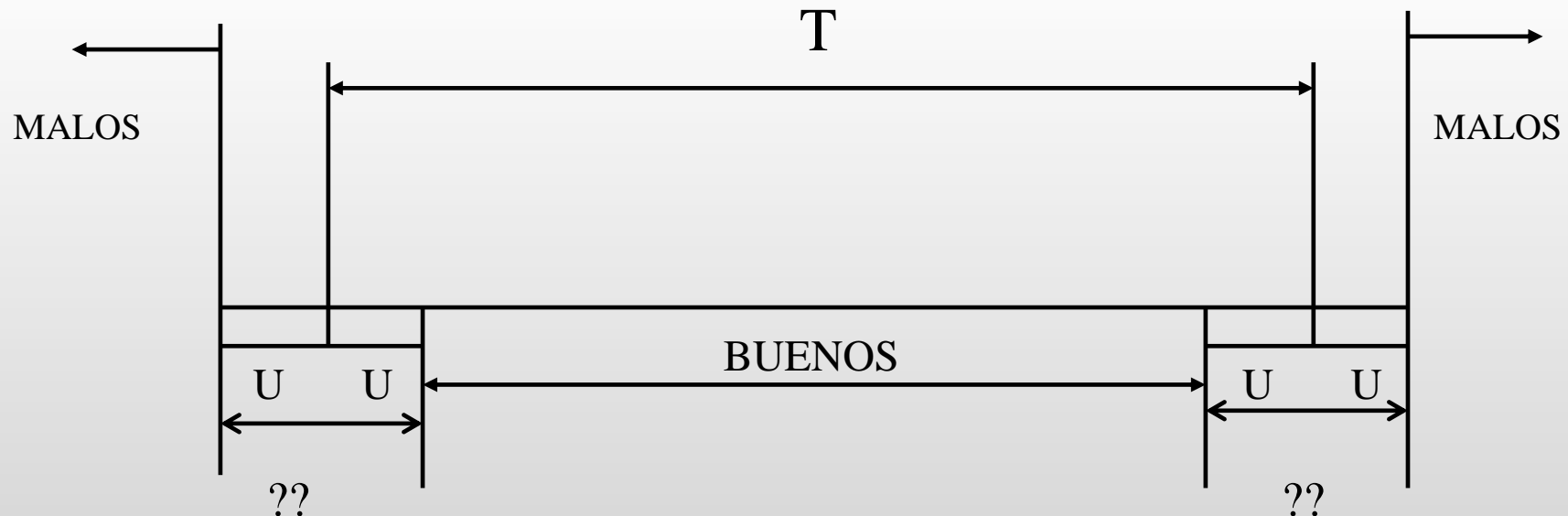


$$3 < \frac{T}{U} < 10$$

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

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).



CRITERIO DE VERIFICACIÓN

$$T_v = T - U_{USO}$$

SIENDO:

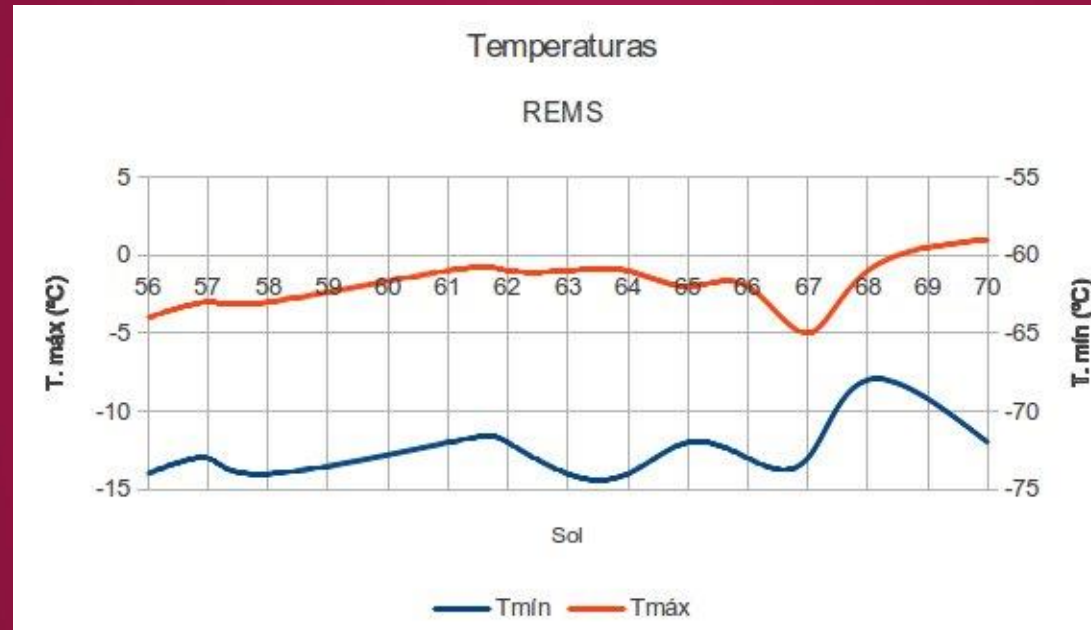
T_v = Tolerancia de verificación

T = Tolerancia del proceso

U_{USO} = Incertidumbre expandida de uso (Máxima Aceptable)

Fuente: UNE-EN ISO 14253-1:2015

TALLER DE VERIFICACIÓN DE TEMPERATURA



Experimentando...



Tratar especialmente con cariño a la temperatura

Vision General



1 Calibración Termómetro

Un Consejo. Simplificar la calibración

No separar la sonda del termómetro digital para su calibración.



NO!!

1 Calibración Termómetro

MEDIOS

La calibración por comparación se realiza en un medio isoterma, es decir, un medio donde se crea una zona de temperatura estable y uniforme en el que se localizan los termómetros.



Medio Isoterma



Termómetro Patrón

1 Calibración Termómetro

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 2012

1 Calibración Termómetro

Podemos identificar 3 grupos principales de errores en cualquier calibración:



1 Calibración Termómetro

Fuentes de Error en la calibración de una Termómetro

ERROR	DESCRIPCION	CALCULO
Repetibilidad (precisión)	Capacidad del instrumento para repetir un misma temperatura	Cuantificar el error empezando y acabando por el mismo punto de calibración y viendo su 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 engaña la lectura de la pantalla	La que materializa el instrumento.
Uniformidad	Caracteriza la variación de la temperatura en el espacio de un medio isoterma	Es un valor máximo y se obtiene mediante la medición simultánea en diferentes puntos y restando max-min
Estabilidad	Caracteriza la variación dela temperatura en el tiempo de un medio isoterma	Es un valor estadístico. Se obtiene mediante la desviación estándar de las valores registrados
Condiciones ambientales	Las condiciones de uso son diferentes a las de calibración	Dejar registrado condiciones ambientales en calibración y valorar si te afectan en el uso
Deriva	Cuantifica la variación de la lectura del termómetro bajo calibración con el tiempo por falta de estabilidad	Es un valor máximo que proviene de una estimación en función de la tendencia de los errores de los 3 últimos certificados.

No la vamos a ver

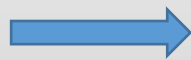
U_{Uso}

1 Calibración Termómetro

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 diferencia de una medida antes y después de la calibración. Debe ser dividido por $2 \cdot (\text{raíz de tres})$.
 - c) Los errores debidos al uso del medio Isotermo son la Uniformidad y la Estabilidad. El primero se comporta como distribución rectangular y tiene que ser *convertido en términos de distribución normal* dividiendo por $2 \cdot \text{raíz de 3}$. y el segundo como una distribución Normal y por tanto a nivel 1σ , es combinado tal como lo ofrece el propio cálculo.
 - 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).



$$u_{cal}^2 = u_{res}^2 + u_{rep}^2 + u_{est}^2 + u_{uni}^2 + u_{pat}^2$$

1 Calibración Termómetro

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 %).

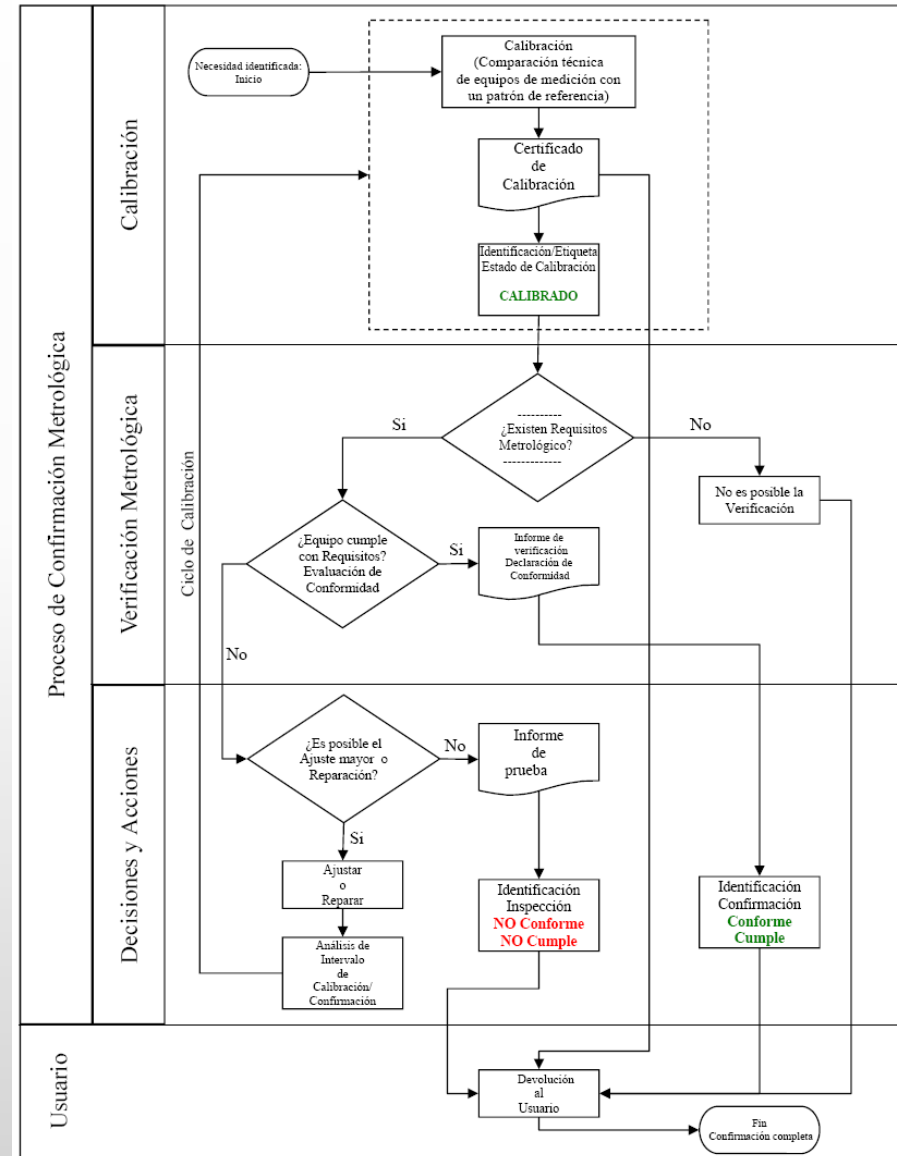
Incertidumbre
Expandida a nivel 2σ .
95% fiabilidad



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

2 Verificación Termómetro

PROCESO DE CONFIRMACION METROLÓGICA



Fuente: ISO 10012:2003

2 Verificación Termómetro

INCERTIDUMBRE DE CALIBRACIÓN

Incertidumbre 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 calibración.

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

2 Verificación Termómetro

CRITERIO PARA RELACIONAR
TOLERANCIA CON INCERTIDUMBRE



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

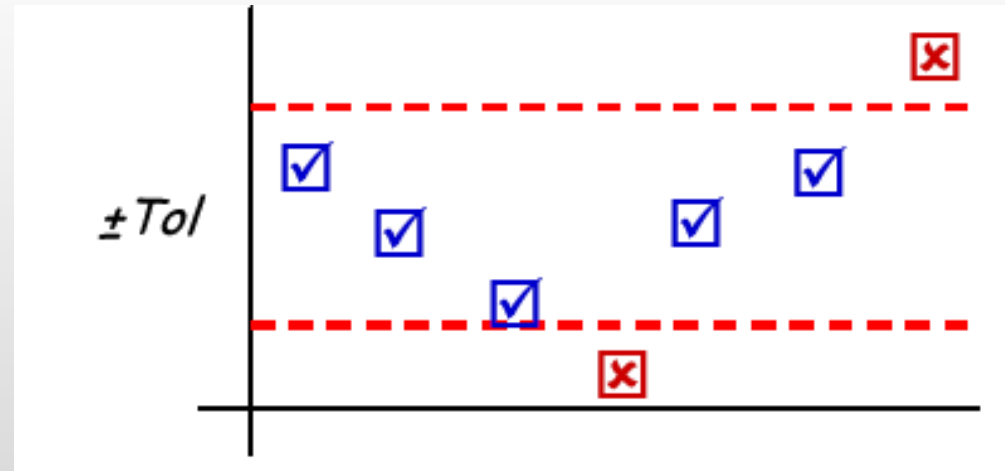
Fuente: *La Gestión de Procesos Metrológicos*. AENOR 2004

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 de Producto

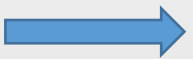
Cálculo del Incertidumbre Uso (u_{uso})


La Incertidumbre de medida de uso, es aquella que se debe tener en cuenta en el uso del termometro considerando las condiciones de uso.

Al menos, 3 contribuciones: la resolucion, el Intervalo de calibracion y el Tratamiento de la correccion que se haya considerado (documentada mediante su certificado de calibracion).

Su cálculo es tambien mediante la suma cuadrática de los términos considerados:

Incertidumbre Tipica Combinada de
USO
a nivel 1σ (68% fiabilidad).


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

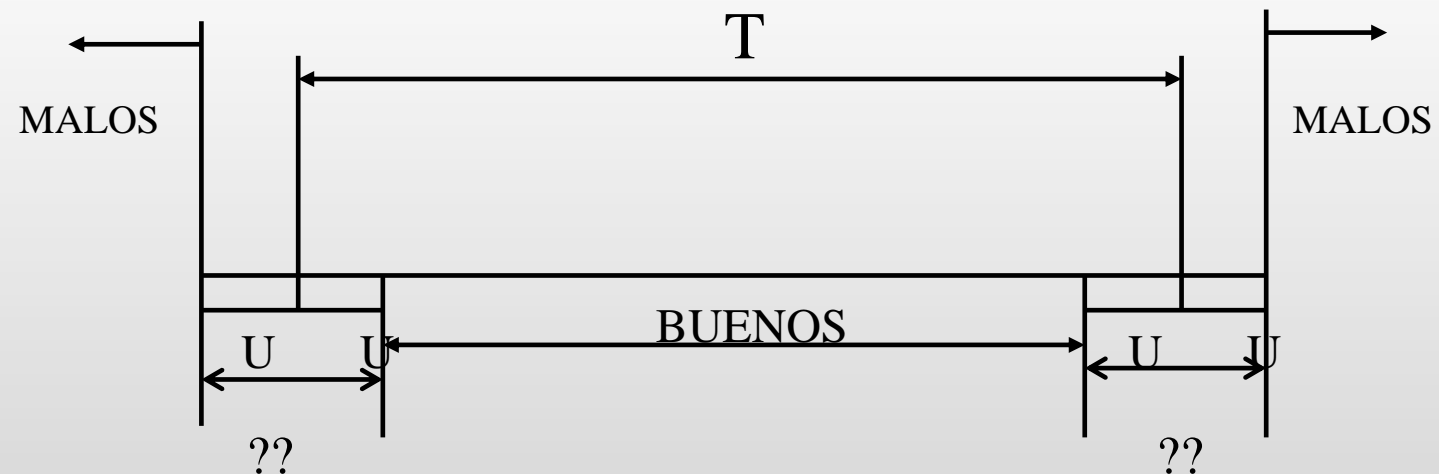


Ojo!!
Si no corrijo la lectura del termometro hay que
sumárselo linealmente

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 = Incertidumbre expandida de uso

GRACIAS

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

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



www.caltex.es