



FASE DE OPOSICIÓN 3<sup>er</sup> ejercicio

20 de septiembre de 2022

Área temática «metrología»

Ejercicio 1 (14 puntos)

En una comparación entre laboratorios en la que se ha circulado un patrón de diámetro exterior nominal 100 mm, han participado 6 laboratorios.

Los resultados obtenidos por cada laboratorio de calibración participante, expresados como longitud a 20 °C y su incertidumbre expandida para un factor de cobertura  $k = 2$ , se muestran en la tabla siguiente:

Laboratorio	Diámetro en mm	$U$ en mm	$k$
LC02	99,95	0,05	2
LC05	100,01	0,06	2
LC03	99,96	0,15	2
LC04	100,04	0,06	2
LC01	100,03	0,20	2
LC06	99,92	0,05	2

- Explicar razonadamente como podría obtenerse el valor de referencia de la comparación y la incertidumbre asociada a dicho valor de referencia en el caso de que no haya laboratorio de referencia (**3 puntos**).
- Si los laboratorios LC02 y LC06 son el mismo y además se establece en la comparación que este laboratorio proporciona el valor de referencia, obtener razonadamente el valor de referencia de la comparación y la incertidumbre asociada a dicho valor de referencia (**3 puntos**).
- Analizar los resultados de los laboratorios para el valor de referencia establecido en el apartado b) utilizando el índice de compatibilidad ( $E_n$ ), definido como:

$$|E_n| = \frac{|x_{lab} - V_{ref}|}{\sqrt{U^2(x_{lab}) + U^2(V_{ref})}} \leq 1$$

Donde:

- $x_{lab}$  es el diámetro informado por cada laboratorio participante, en mm  
 $V_{ref}$  es el valor de referencia obtenido como la media de los ensayos realizados por los laboratorios LC02 y LC06, en mm  
 $U_{x_{lab}}$  es la incertidumbre expandida informada por cada laboratorio participante, en mm  
 $U_{V_{ref}}$  es la incertidumbre expandida del valor de referencia, en mm



c.1) Indicar el índice de compatibilidad para cada participante y evaluar los laboratorios de acuerdo con dicho índice **(1,5 puntos)**.

xref  
Uref

	x	U	En
LC05			
LC03			
LC04			
LC01			

c.2) Indicar qué puede concluirse para los distintos laboratorios tras la evaluación **(0,5 puntos)**.

d) Hacer una breve evaluación de la comparación **(3 puntos)**.

e) Indicar los puntos más importantes que se deben incluir en el borrador del protocolo y en el informe de la comparación **(3 puntos)**.

## Ejercicio 2 (7 puntos)

Un cliente presenta ante el Centro Español de Metrología, una solicitud para que un instrumento de medida utilizado para medir las emisiones de los vehículos que está sometido a control metrológico del Estado pueda estar legalmente funcionando.

Indicar de forma concisa:

a) ¿Qué es el control metrológico del Estado? **(0,5 puntos)**.

b) ¿Qué instrumentos se utilizan para la medida de las emisiones de los vehículos? **(0,5 puntos)**.

c) ¿Qué organismo(s) podría(n) realizar la evaluación de la conformidad y la puesta en servicio y en base a qué disposiciones? **(0,5 puntos)**.

d) Si el Centro Español de Metrología puede realizar estas actividades y en base a qué puede o no hacerlo **(0,5 puntos)**.

e) La legislación en vigor para realizar la evaluación de la conformidad para estos instrumentos **(0,5 puntos)**.

f) ¿Qué módulo(s) serían de aplicación y cuál es la definición de estos? **(1 punto)**.



- g) ¿Qué agente(s) es/son los responsables de la solicitud y qué documentos deben presentar? **(2 puntos)**.
- h) ¿Qué documentos se emiten por parte del organismo que realiza la evaluación de la conformidad y puesta en servicio? **(1 punto)**.
- i) ¿Qué marcado deben llevar los instrumentos de medida utilizados para medir las emisiones de los vehículos que han superado la evaluación de la conformidad y la puesta en servicio? **(0,5 puntos)**.

### Ejercicio 3 (9 puntos)

En una empresa de instrumentación electrónica se utiliza un multímetro digital para la medida de voltajes en continua en los dispositivos fabricados en la zona de testeo. El requisito de voltaje en uno de los puntos de control de un dispositivo específico es de  $10,0\text{ V} \pm 0,1\text{ V}$ . El multímetro de la empresa tiene una resolución de  $0,01\text{ V}$  y se calibra en voltaje en continua cada año.

La empresa envía a calibrar este multímetro a un laboratorio acreditado según la Norma UNE EN ISO/IEC 17025. Solicita la calibración en el punto de  $10\text{ V}$ .

La calibración se realiza con un calibrador eléctrico multifunción. Este calibrador tiene capacidad de generar voltajes en continua en el rango de hasta  $12\text{ V}$  con una resolución de  $1\text{ mV}$ .

La calibración se realiza a una temperatura de  $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ . La tensión de alimentación de red se mantiene dentro de los límites de  $230\text{ V} \pm 10\%$ , durante toda la calibración. Estas condiciones están dentro de los requisitos de operación proporcionados por el fabricante tanto del multímetro como del calibrador y se mantienen en el uso del multímetro para la verificación de los dispositivos.

Aplicando una tensión de  $10\text{ V}$  con el calibrador multifunción la indicación en la pantalla del multímetro es de  $10,11\text{ V}$ , sin existir ninguna variación en el valor de la lectura una vez transcurrido el breve transitorio de conexión del calibrador.

En el certificado de calibración del calibrador se indica que la tensión generada coincide con el valor seleccionado en la pantalla, con una corrección de  $+3\text{ mV}$ , siendo la incertidumbre de calibración del certificado para el punto de  $10\text{ V}$  de  $3\text{ mV}$  (con un factor de cobertura  $k = 2$ ). Las especificaciones del calibrador multifunción para la estabilidad en un año son de  $0,04\%$  de la lectura  $+0,15\text{ mV}$  para un nivel de confianza del  $95\%$ .

- a) Determinar la corrección del multímetro en este punto de calibración. ¿Existe alguna incertidumbre tipo A de la corrección? **(0,5 puntos)**.
- b) Calcular la incertidumbre típica de calibración **(2 puntos)**.



- c) Escribir el resultado final que iría en el certificado de calibración de este punto según la siguiente tabla **(1,5 puntos)**.

Voltaje de referencia, V	Voltaje leído por el multímetro, V	Corrección, V	$U, V$ $k = 2$

- d) De toda la información aportada y obtenida ¿qué datos cree que se deberían incluir en el certificado de calibración del multímetro teniendo en cuenta los requisitos de la Norma UNE EN ISO/IEC 17025? **(3 puntos)**.
- e) Sabiendo que la incertidumbre por estabilidad del multímetro en la medida de 10 V a un año y 95 % de nivel de confianza es de 0,05 V, determinar la incertidumbre de utilización del multímetro en la verificación de los componentes **(2 puntos)**.

#### Ejercicio 4 (10 puntos)

En el ámbito metrológico, explique la diferencia entre:

- a) Organismo notificado y organismo de control metrológico **(1 punto)**.
- b) Exactitud y precisión **(1 punto)**.
- c) Repetibilidad y reproducibilidad **(1 punto)**.
- d) Calibración y verificación **(1 punto)**.
- e) Error e incertidumbre **(1 punto)**.
- f) Sensibilidad y resolución **(1 punto)**.
- g) Certificado de conformidad y declaración de conformidad **(1 punto)**.
- h) Comercialización y puesta en servicio **(1 punto)**.
- i) Material de referencia y material de referencia certificado **(1 punto)**.
- j) Sistema de unidades y sistema coherente de unidades **(1 punto)**.