

# **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

**SUMINISTRO DE CALIBRADORES ELÉCTRICO Y DE  
INFRARROJOS PARA EL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN  
DE METRO DE MADRID S.A.**



**División de Material Móvil**  
**Área de Mantenimiento de Material Móvil**  
Servicio de Mantenimiento de Talleres Centrales

# ÍNDICE

1	OBJETO Y ALCANCE .....	2
2	LOTE 1: CALIBRADOR MULTIPRODUCTO.....	3
2.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CALIBRADOR MULTIPRODUCTO.....	6
2.2	ESPECIFICACIONES DISPOSITIVO DE VALIDACIÓN INTERMEDIA.....	11
2.3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS BOBINAS MULTIPLICADORAS .....	14
2.4	COMPATIBILIDAD E INTEGRACIÓN DEL CALIBRADOR.....	16
2.5	LÍNEA BASE DE SISTEMAS INFORMÁTICOS .....	18
3	LOTE 2: CALIBRADORES POR INFRARROJOS DE PRECISIÓN .....	19
3.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CALIBRADORES POR IR .....	20
4	ENSAYOS Y PRUEBAS .....	21

# 1 OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente Pliego es definir los requisitos y características técnicas mínimas para la **contratación del suministro, preparación para transporte, transporte, puesta en servicio a plena satisfacción y pruebas finales de recepción de los lotes listados a continuación** en el Laboratorio de Calibración de los Talleres Centrales de Metro de Madrid S.A. de 3 patrones de laboratorio (**nuevos a estrenar**) según el desglose de los siguientes lotes de suministro:

- **Lote 1:** Un (1) calibrador multiproducto de equipos de pruebas electrónicos
- **Lote 2:** Dos (2) calibradores por infrarrojos de precisión para termómetros por infrarrojos y cámaras termográficas

Como **alcance común a ambos lotes** se incluye dentro de éstos:

- **Certificados CE** de conformidad.
- **Certificados de calibración** conforme a los requerimientos del apartado 7.8.4 Requisitos específicos para los certificados de calibración de la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 (o equivalente) “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”. La calibración se deberá realizar por laboratorios de calibración acreditados para la calibración en cuestión por un Organismo de Acreditación firmante del acuerdo de reconocimiento mutuo de ILAC, entre ellos ENAC.
- **Manuales de uso y mantenimiento en castellano, las herramientas hardware y software** especiales que permitan realizar las configuraciones o parametrizaciones de los equipos, incluidas licencias software correspondientes.
- El suministro de los **accesorios** de cada elemento indicados en el lote correspondiente.
- **Puesta en marcha de los equipos.**
- **La impartición de formación en castellano.** Los contratistas se comprometerán a formar al personal designado por Metro, tanto en el manejo de los equipos como en su mantenimiento, según los requerimientos expuestos en cada lote correspondiente.
- El **suministro e instalación y puesta en servicio, a plena satisfacción, incluyendo todas las actuaciones necesarias** para la completa implantación de los elementos constituyentes del lote correspondiente, conforme a las especificaciones técnicas descritas en el presente documento.

- La **disposición de los medios materiales y humanos necesarios** para todas las operaciones de transporte necesarias, desde y con destino, a las dependencias del Metro de Madrid.
- **Pruebas de recepción.**
- Todas otras actuaciones no mencionadas anteriormente que sean necesarias para la explotación y mantenimiento de los equipos por parte del personal de Metro de Madrid.

Todas las prescripciones y especificaciones técnicas que se formulen en el presente pliego por referencia a cualesquiera de las tipologías normativas recogidas por el artículo 42.3 b) de la Directiva 2014/24/UE, de 26 de febrero, sobre Contratación Pública, habrán de entenderse hechas también a sus equivalentes, correspondiendo al licitador acreditar dicha equivalencia en la forma establecida en el artículo 42.5 de la mencionada Directiva

## **2 LOTE 1: CALIBRADOR MULTIPRODUCTO**

Dentro de este lote se deberá suministrar un calibrador multiproducto más accesorios, entendido como tal, un patrón de calibración que permita calibrar multitud de herramientas de pruebas electrónicas, incluyendo:

- Multímetros manuales y de banco (analógicos y digitales) de hasta 6,5 dígitos
- Pinzas amperimétricas
- Termopares y RTD
- Calibradores de procesos
- Registradores de datos
- Grabadoras de gráficos de banda
- Watthorímetros
- Analizadores de armónicos de potencia
- Medidores de panel
- Multímetros gráficos
- Osciloscopios manuales y de banco analógicos o digitales de 600 MHz
- Transductores de presión e instrumentos relacionados

El equipo deberá suministrar tensión y corriente continuas, tensión y corriente alternas con diversas formas de onda y armónicos, dos salidas de tensión o tensión y corriente simultáneas para simular alimentación CC y CA con control de fase, resistencia, capacitancia, termopares y RTD.

El equipo deberá tener la capacidad de poder medir la presión mediante la utilización de accesorios o interfaces adicionales (que NO forman parte del alcance de este suministro) que

permitan medir con precisión para calibrar transductores de presión e instrumentos relacionados, permitiendo calibraciones de presión de 0 a 1 pulgadas H<sub>2</sub>O a 10.000 psi (2,5 mbar a 690 bar) mediante módulos de presión diferencial, manométrica, alta presión, presión absoluta, vacío, rango dual y de referencia.

El equipo se encontrará dotado de características de protección interna y externa que lo protejan de daños y que sea fácil de transportar para realizar calibraciones in situ o móviles, para lo cual incorporará asas de transporte y apoyos inferiores y traseros.

En el apartado 2.1 se detallan las especificaciones técnicas que el calibrador deberá de satisfacer.

A continuación se lista el **conjunto de accesorios de calibrador que SÍ entran dentro del alcance del suministro**:

- Un (1) **maletín de transporte** resistente con asas y ruedas integradas, con puertas extraíbles de acceso trasera y frontal para realizar calibraciones in situ y prácticamente en cualquier entorno.
- Un dispositivo para las validaciones intermedias del calibrador consistente en un **multímetro de referencia de 8,5 dígitos** y cuyas especificaciones se incluyen en el punto 2.2, incluyendo el suministro del procedimiento software de MET/CAL automático para realizar las validaciones del calibrador con dicho dispositivo.
- Un conjunto de **bobinas multiplicadoras tipo fluke 55XXA/COIL 10 dotada de 1, 2, and 10 espiras** con las especificaciones del punto 2.3
- Una **bobina multiplicadora tipo fluke 55XXA/COIL 50 de 50 espiras** con las especificaciones del punto 2.3
- Un **adaptador** formado por un conjunto de cables que se conecte al bloque de salida del calibrador multiproducto en un extremo y al correspondiente dispositivo de usuario bajo prueba en el otro a fin de minimizar las conexiones de cables manuales durante el proceso de verificación.

El equipo deberá ser compatible, para ser totalmente automatizable, con el software MET/CAL y MET/TEAM de Fluke, y se deberá integrar **como parte del alcance de este suministro**, con los procedimientos de calibración y bases de datos actuales que disponga el Laboratorio de Calibración de Metro de Madrid, todo ello según requerimientos del apartado 2.4 de este documento.

Respecto a la formación a impartir como parte del objeto de este lote 1 se deberá impartir un total de 56 horas de formación en las dependencias de Metro de Madrid (C/Néctar 44) dirigida a un total de 3-4 alumnos y relativa al uso y manejo del calibrador, así como de calibración eléctrica. Esta formación será eminentemente práctica con el equipo a suministrar, realizando calibraciones sobre una variedad de equipos propiedad de Metro de Madrid. A continuación se enumeran los siguientes contenidos mínimos:

- Introducción a la calibración eléctrica
- Conceptos básicos sobre calibración
- Equipos de medida
- Especificaciones
- Tipos de medida

- Errores de medida
- Prácticas:
  - Calibración de multímetros
  - Calibración de pinzas amperimétricas
  - Calibración de medidores de aislamiento
  - Calibración de medidores de tierra
  - Calibración de medidores y simuladores de temperatura
  - Calibración de osciloscopios
- Software de calibración MET/CAL:
  - Introducción
    - Base de datos MET/CAL.
    - Base de datos.
    - Configuración de la base de datos.
    - Operación y manejo de la base de datos.
  - Procedimientos de calibración MET/CAL
    - MET/CAL Editor.
    - MET/CAL Run Time.
    - Códigos de selección de función (FSC).
    - Ejercicios.
  - Procedimiento de Validación del calibrador con el multímetro de referencia.
  - Informes MET/CAL.
    - Configuración de Crystal Reports.
    - Crystal Reports.
    - Crear un informe MET/CAL utilizando Crystal Reports.
    - Campos de parámetro.
    - Fórmulas.
    - Procedimientos almacenados.
- Software de administración MET/TEAM:
  - Funciones de rastreo y administración de recursos
  - Integración con la función Run time del software MET/CAL, líder en la industria

- Analogías MET/TRACK - MET/CAL
- Gestión de la dinámica de trabajo
- Campos y etiquetas
- Atajos (vínculos rápidos) de navegación
- Promoción de procesos de calidad para respaldar la acreditación
- Informes personalizables con Crystal Reports Professional
- Alertas de correo electrónico automatizadas y escalamiento de recordatorios
- Módulo móvil para calibraciones en el sitio
- Portal web de clientes para permitir accesos de solo lectura a clientes remotos
- Módulo de negocios para realizar presupuestos, facturas y fijar precios de contratos

Los contenidos finales de la formación con más detalle serán consensuados con Metro de Madrid.

## 2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CALIBRADOR MULTIPRODUCTO

A continuación se detallan las especificaciones técnicas mínimas que deberá satisfacer el calibrador. Todas las especificaciones mínimas son absolutas, se indican para un nivel de confianza del 95% y para una temperatura de  $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

- **Tensión continua**

Márgenes de generación: 0 a  $\pm 1020$  V.

- 1 mV: Menor o igual que  $1 \mu\text{V}$ .
- 10 mV: Menor o igual que  $2 \mu\text{V}$ .
- 100 mV: Menor o igual que  $3 \mu\text{V}$ .
- 1 V : Menor o igual que  $10 \mu\text{V}$ .
- 10 V: Menor o igual que  $95 \mu\text{V}$ .
- 100 V: Menor o igual que 1.5 mV.
- 1000 V: Menor o igual que 15 mV.

- **Tensión Alterna**

Márgenes de generación: De 1 mV a 1020 V; De 10 Hz a 500 kHz.

- 1 mV @ 1kHz: Menor o igual que  $8 \mu\text{V}$ .
- 10 mV @ 1kHz: Menor o igual que  $9 \mu\text{V}$ .

- 100 mV @ 1kHz: Menor o igual que 20  $\mu$ V.
  - 1 V @ 1kHz: Menor o igual que 130  $\mu$ V
  - 10 V @ 1kHz: Menor o igual que 1,5 mV.
  - 100 V @ 1kHz: Menor o igual que 13 mV.
  - 1000 V @ 1kHz: Menor o igual que 300 mV.
- **Resistencia**  
Márgenes de generación: 0  $\Omega$  a 1.100 M $\Omega$ .
    - 1  $\Omega$ : Menor o igual que 0.1% de la salida
    - 10  $\Omega$ : Menor o igual que 135  $\mu\Omega/\Omega$
    - 100  $\Omega$ : Menor o igual que 35  $\mu\Omega/\Omega$ .
    - 1 k $\Omega$ : Menor o igual que 25  $\mu\Omega/\Omega$ .
    - 10 k $\Omega$ : Menor o igual que 25  $\mu\Omega/\Omega$ .
    - 100 k $\Omega$ : Menor o igual que 25  $\mu\Omega/\Omega$ .
    - 1 M $\Omega$ : Menor o igual que 30  $\mu\Omega/\Omega$ .
    - 100 M $\Omega$ : Menor o igual que 650  $\mu\Omega/\Omega$ .
    - 1000 M $\Omega$ : Menor o igual que 0.6% de la salida.
- **Intensidad continua**  
Márgenes de medida: De 0 a 30 A.
    - 100  $\mu$ A: Menor o igual que 185  $\mu$ A/A
    - 1 mA: Menor o igual que 105  $\mu$ A/A
    - 10 mA: Menor o igual que 100  $\mu$ A/A
    - 100 mA: Menor o igual que 100  $\mu$ A/A
    - 1 A: Menor o igual que 160  $\mu$ A/A
    - 10 A: Menor o igual que 400  $\mu$ A/A
    - 20 A: Menor o igual que 900  $\mu$ A/A.
- **Intensidad Alterna**  
Márgenes de generación: De 29  $\mu$ A a 30 A; De 10 Hz a 30 kHz
    - 100  $\mu$ A @1kHz: Menor o igual que 0,1% de la salida
    - 1 mA @1kHz: Menor o igual que 0,1% de la salida
    - 10 mA @1kHz: Menor o igual que 0,1%. de la salida.
    - 100 mA @1kHz: Menor o igual que 0,05%. de la salida.
    - 1 A @1kHz: Menor o igual que 0,05%. de la salida
    - 10 A @1kHz: Menor o igual que 0,1 % de la salida.
    - 20 A @1kHz: Menor o igual que 0,1% de la salida.

- **Capacidad**  
Márgenes de generación: De 0.22 nF a 110 mF.
  - 1 nF: Menor o igual al 0,6 % de la salida.
  - 10 nF: Menor o igual al 0,3 % de la salida.
  - 100 nF: Menor o igual al 0,3 % de la salida.
  - 1μF: Menor o igual al 0,3 % de la salida.
  - 1mF: Menor o igual al 0,4 % de la salida.
  
- **Termopares: Simulación y medida**
  - Márgenes de simulación y medida: según norma IEC 60584-1:2013 o equivalente. Termopares normalizados tipos: R, S, B, J, T, E, K, N, C.
  - Metales comunes: Menor o igual a 0,50 °C.
  - Metales nobles: Menor o igual a 0,40 °C.  
\*Incluida la compensación de la unión fría\*
  
- **Termómetros de resistencia: Simulación, rango 0°C a 100°C**
  - Pt 385-100 Ω: Menor o igual a 0.05°C
  - Pt 3926-100 Ω: Menor o igual a 0.05°C
  - Pt 3916-100 Ω: Menor o igual a 0.05°C
  - Pt 385 1000 Ω: Menor o igual a 0.03°C
  - Ni 120 Ω: Menor o igual a 0.06°C

**Requisitos mínimos para la opción de osciloscopios:**

Funciones de osciloscopios

**Tensión continua (50 Ω):**

- Amplitud: Margen de al menos 0 a 6.5 V. Exactitud menor o igual a 0,25 % del valor + 40 μV.

**Tensión continua (1 MΩ):**

- Amplitud: Margen de al menos 0 a 120 V. Exactitud menor o igual a 0,05 % del valor + 40 μV.

**Onda cuadrada (50 Ω):**

- Amplitud: Margen de al menos ± 1 mV a ± 6,5 V. Exactitud menor o igual a 0,25 % del valor + 40 μV.
- Frecuencia de 10 Hz a 10 kHz. Exactitud menor o igual a 2,5 μs/s.

**Onda cuadrada (1 MΩ):**

- Amplitud: Margen de al menos  $\pm 1$  mV a  $\pm 120$  V. Exactitud menor o igual a 0,25 % del valor + 40  $\mu$ V.
- Frecuencia de 10 Hz a 10 kHz. Exactitud menor o igual a 2,5  $\mu$ s/s.

#### **Características de tiempo de subida (50 $\Omega$ )**

- Tiempo de subida: menor o igual a 175 ps. Exactitud menor o igual a +0 / -100 ps.
- Margen de al menos 5 mV a 2,5 V. Exactitud menor o igual al 2% + 0,2 mV.
- Secuencia seleccionable en al menos 15 valores nominales en el margen con ajuste de al menos  $\pm 10$  % del valor nominal.
- Margen de frecuencia de 1 kHz a 10 MHz. Exactitud menor o igual a 2,5  $\mu$ s/s  
Onda senoidal nivelada (50  $\Omega$ ).

#### **Características de la señal nivelada**

- Margen de 5 mV a 5,5 V para frecuencias de 50 kHz a 600 MHz Exactitud menor o igual al:
  - 2 % + 0,3 mV para 50 kHz.
  - 5 % + 0,3 mV para de 50 kHz a 600 MHz.
- Estabilidad a corto plazo menor o igual al 1 %.

#### **Generador de funciones:**

- Onda cuadrada, senoidal y triangular (50  $\Omega$  / 1 M $\Omega$ ).
- Margen de al menos 2 mV a 6.5 Vpp (50  $\Omega$ ).
- Margen de al menos 2 mV a 55 Vpp (1 M $\Omega$ ).
- Exactitud: absoluta 1 año, 99% nivel de confianza,  $\pm 5$  °C, 10 Hz a 10 kHz menor o igual al 3 % del valor pico a pico + 0,1 mV.
- Desplazamiento de corriente continua ajustable de 0 a hasta el 50 % de la amplitud pico a pico.
- Margen de frecuencia de 10 Hz a 100 kHz.

#### **Generador de pulsos para funciones de captura y disparo de osciloscopios:**

- Pulso positivo / 50  $\Omega$ .
- Tiempos de subida/bajada menor de 2 ns.
- Amplitud seleccionable en al menos 5 valores entre 10 mV y 2,5 V.

- Ancho de pulso de 4 ns a 500 ns.
- Exactitud menor o igual a 5 % + 2 ns.
- Periodo: de 20 ms a 200 ns.
- Exactitud menor o igual a 2.5  $\mu\text{s/s}$ .

#### **Generación de marcas de tiempo (50 $\Omega$ , amplitud mayor de 1 V)**

- Margen de 5 s a 50 ms.
- Forma de onda: Pulso, onda cuadrada.
- Exactitud menor o igual a 2.5  $\mu\text{s/s}$ .
- Margen de 20 ms a 20 ns.
- Forma de onda: Pulso, onda cuadrada
- Exactitud menor o igual a 2.5  $\mu\text{s/s}$ .
- Margen de 5 ns a 1 ns.
- Forma de onda: Senoidal Exactitud menor o igual a 2.5  $\mu\text{s/s}$ .
- Entrada de referencia de frecuencia externa para referencia de 10 MHz de alta estabilidad. Marcadores mayores de 50 ms se referencian a la señal externa de 10 MHz. De entre 1 V y 5 Vpp.

#### **Conexiones:**

Terminales independientes que permitan realizar la calibración completa de un equipo sin necesidad de hacer el cambio de terminales.

Terminales GROUND y GUARD independientes y accesibles desde el panel frontal del equipo.

Posibilidad de generación de tensión con terminales SENSE a 4 hilos.

#### **Otras características generales**

Tipos de interfaces: Al menos IEEE-488, USB, Ethernet & RS-232.

Alimentación: 220 V, 240 V con un rango de frecuencias de 47Hz a 63Hz.

Dimensiones máximas: 50cm x 45cm x 20 cm.

Peso máximo: 25kg.

## 2.2 ESPECIFICACIONES DISPOSITIVO DE VALIDACIÓN INTERMEDIA

A continuación se detallan las especificaciones técnicas mínimas que deberá satisfacer el dispositivo para las validaciones intermedias del calibrador consistente en un multímetro de referencia por muestro digital de 8 dígitos y medio. Todas las especificaciones mínimas son relativas, se indican para un nivel de confianza del 95% a 1 año ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ):

- **Tensión continua**

Márgenes de medida: 0 mV a 1000 V

Exactitud

- 100 mV: Menor o igual que  $5 \mu\text{V}/\text{V}$
- 1 V: Menor o igual que  $3 \mu\text{V}/\text{V}$
- 10 V: Menor o igual que  $3 \mu\text{V}/\text{V}$
- 100 V: Menor o igual que  $5 \mu\text{V}/\text{V}$
- 1000 V: Menor o igual que  $5 \mu\text{V}/\text{V}$

- **Tensión Alterna**

Márgenes de medida: De 10 mV a 1000 V; 1 Hz a 10 MHz, (1050 Vrms max)

Exactitud

- 10 mV @ 1kHz: Menor o igual que  $350 \mu\text{V}/\text{V}$
- 100 mV @ 1kHz: Menor o igual que  $70 \mu\text{V}/\text{V}$
- 1 V @ 1kHz: Menor o igual que  $70 \mu\text{V}/\text{V}$
- 10 V @ 1kHz: Menor o igual que  $70 \mu\text{V}/\text{V}$
- 100 V @ 1kHz: Menor o igual que  $70 \mu\text{V}/\text{V}$
- 1000 V @ 1kHz: Menor o igual que  $110 \mu\text{V}/\text{V}$

- **Resistencia**

Márgenes de medida: 1  $\Omega$  a 10 G $\Omega$ .

Exactitud

- 1  $\Omega$ : Menor o igual que  $15 \mu\Omega/\Omega$
- 10  $\Omega$ : Menor o igual que  $10 \mu\Omega/\Omega$
- 100  $\Omega$ : Menor o igual que  $8 \mu\Omega/\Omega$
- 1 k $\Omega$ : Menor o igual que  $8 \mu\Omega/\Omega$

- 10 k $\Omega$ : Menor o igual que 8  $\mu\Omega/\Omega$
- 100 k $\Omega$ : Menor o igual que 8  $\mu\Omega/\Omega$
- 1 M $\Omega$ : Menor o igual que 10  $\mu\Omega/\Omega$
- 10 M $\Omega$ : Menor o igual que 60  $\mu\Omega/\Omega$
- 100 M $\Omega$ : Menor o igual que 140  $\mu\Omega/\Omega$
- 1 G $\Omega$ : Menor o igual que 1400  $\mu\Omega/\Omega$
- 10 G $\Omega$ : Menor o igual que 140  $\mu\Omega/\Omega$

- **Intensidad continua**

Márgenes de medida: 10  $\mu$ A a 30 A

Exactitud

- 10  $\mu$ A: Menor o igual que 70  $\mu$ A/A
- 100  $\mu$ A: Menor o igual que 8  $\mu$ A/A
- 1 mA: Menor o igual que 8  $\mu$ A/A
- 10 mA: Menor o igual que 10  $\mu$ A/A
- 100 mA: Menor o igual que 50  $\mu$ A/A
- 1 A: Menor o igual que 210  $\mu$ A/A
- 10 A: Menor o igual que 220  $\mu$ A/A
- 30 A: Menor o igual que 650  $\mu$ A/A

- **Intensidad Alterna**

Márgenes de medida: 10  $\mu$ A a 30 A; 1 Hz a 30 kHz, (30 Arms max)

Exactitud

- 10  $\mu$ A @1kHz: Menor o igual que 2300  $\mu$ A/A
- 100  $\mu$ A @1kHz: Menor o igual que 320  $\mu$ A/A
- 1 mA @1kHz: Menor o igual que 320  $\mu$ A/A
- 10 mA @1kHz: Menor o igual que 320  $\mu$ A/A
- 100 mA @1kHz: Menor o igual que 320  $\mu$ A/A
- 1 A @1kHz: Menor o igual que 370  $\mu$ A/A
- 10 A @1kHz: Menor o igual que 880  $\mu$ A/A
- 30 A @1kHz: Menor o igual que 1300  $\mu$ A/A

- **Digitalización de Tensión**

- Margen: 100 mV a 1000 V
- Máxima resolución: 18 bits

- Intervalo de muestreo de 5M muestras/s
- Hasta 20 MHz de ancho de banda
- **Digitalización de Corriente**
  - Margen: 10  $\mu$ A to 30 A
  - Máxima resolución: 18 bits
  - Intervalo de muestreo de 5M muestras/s
  - Hasta 4 MHz de ancho de banda
- **Frecuencia o periodo**
  - Tensión, hasta 10 MHz
  - Corriente, hasta 100 kHz
  - Frecuencia de 10 Hz 100 MHz en BNC
  - Exactitud: 1  $\mu$ Hz/Hz, 1 año
- **Mecanismos de Trigger**
  - Manual
  - De entrada y salida externo BNC
  - Interno o por nivel
  - Por temporizador
  - Epoch
  - De línea
  - Por BUS
- **Potencia RF**
  - Compatible con los sensores de potencia de Rhode & Schwarz serie NRP
- **Conexiones:**
  - Terminales GROUND y GUARD independientes y accesibles desde el panel frontal del equipo.
- **Características generales**
  - Tipos de interfaces: Al menos IEEE-488, USB & Ethernet.
  - Alimentación: 220 V, 240 V con un rango de frecuencias de 47Hz a 63Hz.
  - Dimensiones máximas: 51cm x 45cm x 9 cm.

- Peso máximo: 10kg.

### 2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS BOBINAS MULTIPLICADORAS

Las bobinas multiplicadoras a suministrar deberán tener las características especificadas (o equivalente) en el archivo de catálogo anexo 'Fluke PN 5227455.pdf' y cuyas principales características se resumen a continuación:

- Un (1) dispositivo único con arrollamientos de 1, 2 y 10 espiras protegidas por carcasa con sus borneros hembras correspondientes (55XXA/COIL 10)
- Un (1) dispositivo independiente al anterior con un arrollamiento de 50 espiras protegidas por carcasa y con sus borneros hembras correspondientes (55XXA/COIL 50)

	55XXA/COIL 50	55XXA/COIL 10
Number of turns	50	1, 2, or 10
Maximum Current	20 A rms, continuous 30.2 A rms, 5 minutes	30.2 A rms, continuous
Maximum Duty Cycle Derating	<20 A, continuous >20 A, 50 % Duty Cycle	-
Maximum Voltage, All Inputs	30 V to Earth	
Minimum Inner Diameter of Clamp Jaws	23 mm	1-Turn: 3 mm 2-Turn: 6 mm 10-Turn: 10 mm
Coil Ratio	±0.65 % <sup>[1]</sup> , DC to 440 Hz.	
[1] Includes coil/clamp interaction but does not include current source errors.		

**Cuadro resumen de especificaciones de las bobinas obtenida del catálogo Fluke PN 5227455**

A continuación, se muestra las carcasas tipo (las ilustraciones mostradas a continuación se han obtenido del catálogo Fluke PN 5227455):

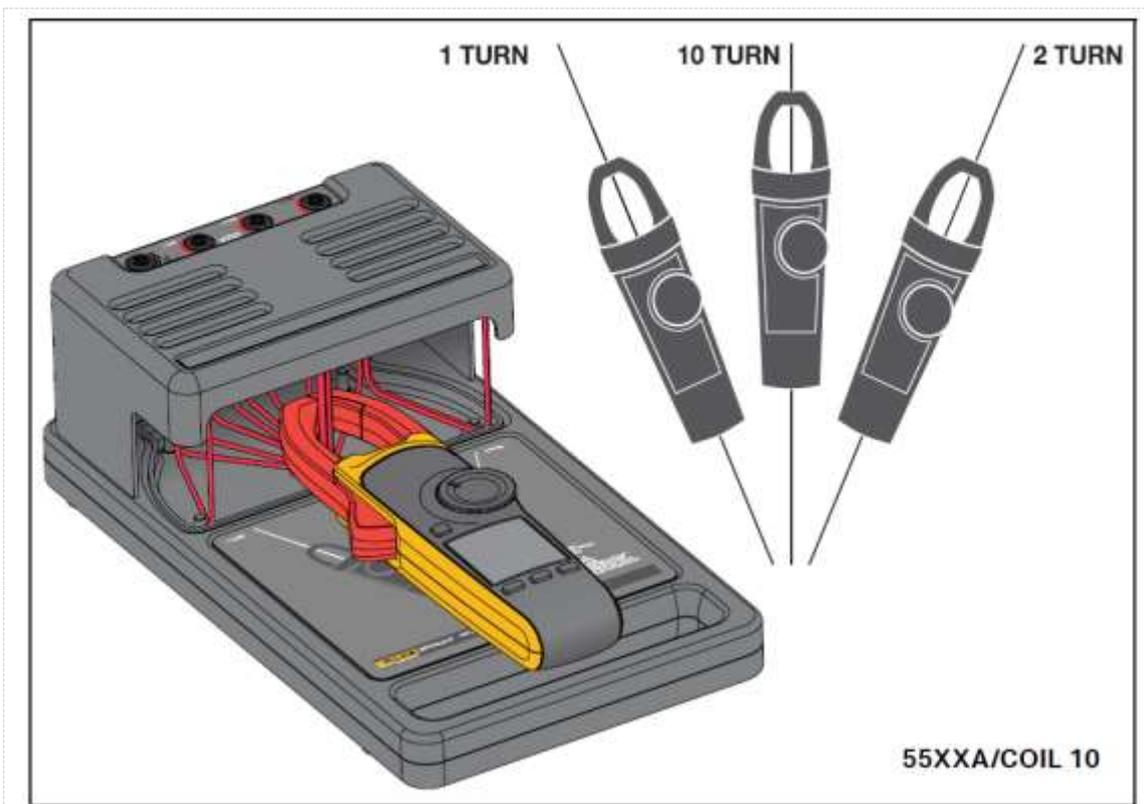


Ilustración del dispositivo único con arrollamientos de 1, 2 y 10 espiras protegidas por carcasa

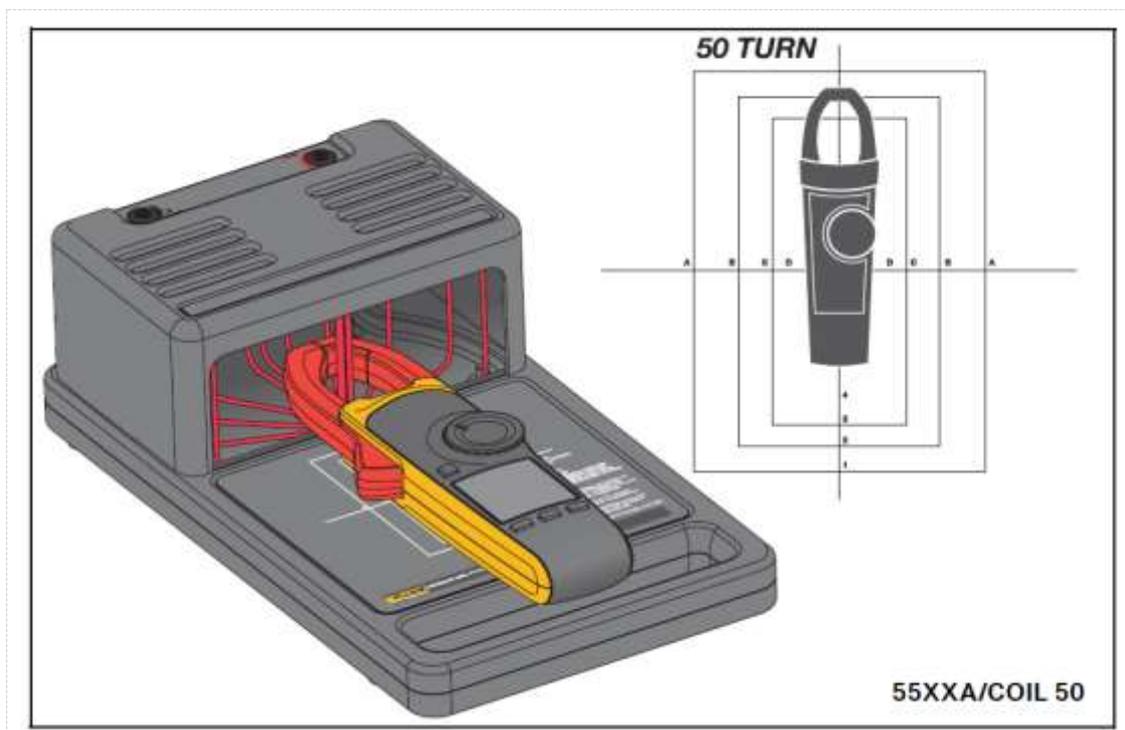


Ilustración del dispositivo con arrollamiento de 50 espiras protegidas por carcasa

## 2.4 COMPATIBILIDAD E INTEGRACIÓN DEL CALIBRADOR

El nuevo calibrador a suministrar sustituirá al Calibrador FLUKE 5520A SC 300, propiedad de Metro de Madrid y actualmente en servicio en el Laboratorio de Calibración, el cual se encuentra automatizado por GPIB a través de un PC con el software MET/CAL v8.3.0 y MET/TRACK v8.2.0. con las bases de datos asociadas en servidor remoto.

A continuación se presenta las características del PC actual donde se encuentra conectado el equipo FLUKE 5520A:

Edición de Windows	
Windows 10 Enterprise LTSC	
© 2018 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.	
Sistema	
Fabricante:	Metro de Madrid S.A.
Modelo:	HP EliteDesk 800 G2 SFF - Maqueta Estandar.
Procesador:	Intel(R) Core(TM) i5-6500 CPU @ 3.20GHz 3.19 GHz
Memoria instalada (RAM):	8,00 GB (7,88 GB utilizable)
Tipo de sistema:	Sistema operativo de 64 bits, procesador x64
Lápiz y entrada táctil:	La entrada táctil o manuscrita no está disponible para esta pantalla

Entrará dentro del alcance del contrato y será responsabilidad del contratista la completa integración del nuevo calibrador con el PC anteriormente mencionado y el software de control MET/CAL y MET/TRACK existentes, así como la integración del nuevo equipo con las bases de datos existentes, tanto de inventarios de equipos de medida, como de procedimientos de calibración, y cualquier otra base de datos, software, drivers, configuraciones o funcionalidades adicionales relacionadas. Entre las actuaciones de integración **a contemplar dentro del alcance del contrato** se encuentran incluidas las siguientes:

- Actualización/instalación del sistema a MET/TEAM y MET/CAL v10
- Migración de la de la base de datos actual de MET/CAL v8 a MET/TEAM v10
- Migración del certificado de calibración de MET/CAL v8 a MET/TEAM v10

Cualquier actuación, modificación, sustitución, adquisición de nuevas licencias software, nuevo hardware, instalaciones, etc. necesarias que fueran preciso realizar para la completa integración del equipo correrán íntegramente a cuenta y cargo del contratista.

Las tareas de integración del equipo no afectarán a la actividad y disponibilidad del equipo actual a fin de que el Laboratorio de Calibración pueda seguir su actividad productiva normal. De esta forma, se deberá contemplar el realizar las pruebas pertinentes sobre entornos de test, (bases de datos replicadas, PC independiente de características similares al existente y que será suministrado por Metro de Madrid) a fin de proceder a la migración sobre el PC definitivo una vez que se haya verificado el correcto funcionamiento del nuevo calibrador sobre plataforma paralela.

Metro de Madrid no cederá los equipos de su propiedad para que el contratista realice cualquier tarea fuera de las instalaciones de Metro, de forma que deberá contemplar desarrollar todas las actividades relacionadas con el contrato en las instalaciones de Metro de Madrid.

Con carácter general y en relación con la integración o desarrollo de soluciones informáticas, será responsabilidad del contratista la ejecución de cualquier actuación no contemplada en su oferta. El contratista deberá cumplir con lo siguiente:

- Debe responsabilizarse del desarrollo de la solución a medida para Metro de Madrid ya sea en las instalaciones de Metro o remotamente. Deberá exponerse claramente en la oferta las necesidades de recursos de hardware/software, así como los puestos de trabajo y tiempos en los que necesitará estos puestos.
- Deberá especificar claramente la necesidad de colaboración de recursos humanos de Metro de Madrid (usuarios, administradores, técnicos).
- Todo software que se instale en el equipo deberá ser siempre homologado por el departamento de Sistemas de Usuario Final de Metro de Madrid.
- La solución de software debe instalarse e integrarse en los distintos entornos de test de Metro de Madrid y realizar las pruebas de usuario necesarias antes de su implantación en el sistema productivo.
- Tras la entrega de los productos, aceptación y transcurrido el plazo correspondiente de garantía será responsabilidad de Metro implementar evolutivos del sistema operativo y resolver incidencias y mejoras futuras, de manera que cualquier software a instalar por el contratista deberá asegurar toda escalabilidad asociada a los evolutivos mencionados.
- El contratista deberá hacer entrega de los ejecutables, utilizando las plantillas de documentación de Metro y cumplimentando los apartados correspondientes.

- En el apartado 2.5 se incluye la línea base de configuración del entorno tecnológico de los Sistemas de Información de Metro de Madrid. Si se plantea la utilización de algún producto que requiera que Metro de Madrid adquiera y/o amplíe licencia con coste, no será considerada como solución aceptable.

## 2.5 LÍNEA BASE DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

### Puesto Cliente.

- Todo software o aplicación cliente que requiere integrarse en la plataforma de Metro de Madrid. S.A. debe pasar un proceso de homologación que verifique su correcta instalación e integración con la plataforma. En caso de no pasar esta fase, el producto quedaría descartado y por ende su puesta en producción.
- La aplicación deberá tener la capacidad de ajustarse en todo momento a la política de evolución que fija el fabricante del Sistema Operativo (SO) W10 Enterprise 64 bits y que consiste en la publicación periódica de versiones (releases) de obligada instalación. Debe tener la capacidad de ofrecer un evolutivo y escalabilidad (soporte y mantenimiento) para ajustarse en todo momento a las nuevas releases de W10 y/o parches de seguridad de obligada instalación para poder garantizar así su compatibilidad.
- La aplicación debe ser compatible y no interferir, a parte con el SO, con el resto de aplicaciones que conforman la maqueta estándar de Metro de Madrid y su configuración corporativa UEFI/BIOS.
- En la plataforma cliente existe en la actualidad varias maquetas para plataformar equipos y las versiones indicadas del SW de maqueta podrán evolucionar y/o sustituirse en función del avance del mercado tecnológico. Cabe destacar la componente java JRE, ya que podrá evolucionar a otro tipo de versiones y/o soluciones alternativas opensource, por lo que el SW deberá de tener la capacidad de poder adaptarse para garantizar la compatibilidad.
- El puesto cliente de Metro de Madrid, S.A, trabaja dentro de un dominio corporativo y, aparte del software y la configuración base de maqueta, está sometido a una serie de políticas corporativas funcionales y de seguridad. Por lo tanto, la aplicación a homologar debe de preservar la integridad de dichas políticas de dominio y ser compatible con los settings (configuraciones) que se definen en ellas.

- En cuanto a la fuente o archivo de instalación de la aplicación y sus posteriores versiones, será proporcionado a Metro y preferiblemente en formato MSI para favorecer su instalación vía distribución e incorporación en maqueta o, en su defecto, en otro formato que permita paquetizarlo, distribuirlo y reinstalarlo tanto de manera manual como con el sistema System Center de Microsoft.
- En caso de que el software a homologar requiera de acceso a internet, ya sea para su instalación o su uso, será necesario que sea compatible con el proxy corporativo de Metro de Madrid. S.A.
- En caso de tener HW asociado, tiene que ser compatible tanto a nivel de hardware como a nivel de software con los equipos de la plataforma de Metro de Madrid. S.A. En caso de que el dispositivo tenga conexiones a red (WLAN, WAN etc...) tendrá que ser compatible con la infraestructura de Metro de Madrid. S.A. tanto a nivel hardware como a protocolos de seguridad.
- El PC ofimático será suministrado por el departamento de Sistemas de Información de Metro y ajustándose a los requisitos mínimos a nivel HW fijados por el fabricante para su correcta conexión con el equipamiento industrial.

### **3 LOTE 2: CALIBRADORES POR INFRARROJOS DE PRECISIÓN**

Dentro de este lote se deberá suministrar dos calibradores, cada uno de ellos con los siguientes rangos de temperatura:

- Un calibrador con rango de temperatura de  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Un calibrador con rango de temperatura de  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

En el apartado 3.1 se detallan las especificaciones técnicas que los calibradores deberán de satisfacer.

Para cada calibrador se deberá suministrar un maletín de transporte con ruedas, por lo que el total de maletines a suministrar será de DOS (2) unidades.

Se deberá suministrar un accesorio de sujeción (trípode o similar, mordazas, etc.) para la sustentación de los equipos a calibrar.

Respecto a la formación a impartir como parte del objeto de este lote 2 se deberá impartir un total de 24 horas de formación en las dependencias de Metro de Madrid (C/Néctar 44) dirigida a un total de 3-4 alumnos y relativa al:

- Uso y manejo de ambos calibradores. Esta formación será eminentemente práctica con los equipos a suministrar, realizando calibraciones sobre termómetros y cámaras termográficas propiedad de Metro de Madrid.

También incluirá una parte teórica con los siguientes contenidos mínimos:

- Introducción (conceptos básicos, unidades, escalas y patrones primarios)
- Instrumentos para la medida de temperatura (termómetros de resistencia, de columna de líquido, radiación, lectura directa, termistores, termopares)
- Medios Isotermos
- Procedimientos de calibración (toma de datos, factores de influencia e incertidumbres, certificado de calibración)
- Prácticas (calibración de un termómetro de lectura directa; calibración de un termómetro de resistencia de platino; calibración de un termopar de metal común y estudio de la influencia de los cables de extensión / compensación en termopares, juntas frías e inversión de polaridad; calibración de un indicador de TRP por simulación eléctrica)

Los contenidos finales de la formación con más detalle serán consensuados con Metro de Madrid.

### 3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CALIBRADORES POR IR

Especificaciones	Calibrador 1	Calibrador 2
Rango de temperatura (a temperatura ambiente de 23 °C, emisividad de 0,95)	-15 °C a 120 °C	35 °C a 500 °C
Precisión de la pantalla <sup>1</sup>	±0,40 °C a -15 °C ±0,40 °C a 0 °C ±0,50 °C a 50 °C ±0,50 °C a 100 °C ±0,55 °C a 120 °C	±0,35 °C a 35 °C ±0,50 °C a 100 °C ±0,70 °C a 200 °C ±1,20 °C a 350 °C ±1,60 °C a 500 °C
Estabilidad	±0,10 °C a -15 °C ±0,05 °C a 0 °C ±0,10 °C a 120 °C	±0,05 °C a 35 °C ±0,20 °C a 200 °C ±0,40 °C a 500 °C
Uniformidad (5,0 pulg. de diámetro del centro del blanco) <sup>2</sup>	±0,15 °C a -15 °C ±0,10 °C a 0 °C ±0,25 °C a 120 °C	±0,10 °C a 35 °C ±0,50 °C a 250 °C ±1,00 °C a 500 °C
Uniformidad (2,0 pulg. de diámetro del centro del blanco) <sup>2</sup>	±0,10 °C a -15 °C ±0,10 °C a 0 °C ±0,20 °C a 120 °C	±0,10 °C a 35 °C ±0,25 °C a 250 °C ±0,50 °C a 500 °C

Tiempo de calentamiento	15 min.: de -15 °C a 120 °C 14 min.: de 23 °C a 120 °C	45 min.: de 35° C a 500° C
Tiempo de enfriamiento	15 min.: de 120 °C a 23 °C 20 min.: de 23 °C a -15 °C	100 min.: de 500 °C a 35 °C 40 min.: de 500 °C a 100 °C
Tiempo de estabilización	10 minutos	10 minutos
Emisividad nominal <sup>3</sup>	0,95	0,95
Compensación de emisividad del termómetro	0,9 a 1,0	0,9 a 1,0
Diámetro del blanco	152,4 mm (6 pulg.)	152,4 mm (6 pulg.)
Interfaz para ordenador	RS-232	RS-232
Alimentación	115 V CA (±10 %), 6,3 A, 50/60 Hz, 630 W 230 V CA (±10 %), 3,15 A, 50/60 Hz, 630 W	115 V CA (±10 %), 10 A, 50/60 Hz, 1.000 W 230 V CA (±10 %), 5 A, 50/60 Hz, 1.000 W
Fusibles	115 V CA, 6,3 A, 250 V, acción lenta 230 V CA, 3,15 A, 250 V, T	115 V CA, 10 A, 250 V, acción rápida 230 V CA, 5 A, 250 V, F
Dimensiones (Al x An x Prof)	356 x 241 x 216 mm (14 x 9,5 x 8,5 pulg.)	356 x 241 x 216 mm (14 x 9,5 x 8,5 pulg.)
Peso	9,1 kg (20 lb)	9,5 kg (21 lb)
Seguridad	EN 61010-1:2001, CAN/CSA C22.2 N.º 61010.1-04	

\*1. Para termómetros con banda espectral de 8 µm a 14 µm con un ajuste de emisividad entre 0,9 y 1,0

\*2. Especificación de uniformidad referenciada a cómo los termómetros por infrarrojos miden la misma temperatura para diferentes tamaños de su cono o área de medida y apuntando siempre al centro del blanco.

\*3. El blanco con emisividad nominal de 0,95, y calibrado radiométricamente para minimizar las incertidumbres asociadas a la emisividad.

## 4 ENSAYOS Y PRUEBAS

Se relacionan a continuación algunas consideraciones a tener en cuenta durante las tareas de ensayos y pruebas de equipos:

- Todos los materiales, equipos y componentes que se suministren bajo este Pliego, deberán ser inspeccionados y probados según determinan los códigos y normas de aplicación.

- Se establecerán las correspondientes pruebas de aceptación en instalaciones de Metro de Madrid que verificarán que el sistema cumple con las especificaciones establecidas en este pliego. Las pruebas de aceptación se realizarán de acuerdo con protocolos específicos propuestos por el contratista y aprobados previamente por Metro de Madrid; incluyendo pruebas sobre los equipos a suministrar ya integrados en los sistemas de Metro de Madrid y sobre el equipamiento de instrumentación propiedad de Metro de Madrid (multímetros, osciloscopios, termómetros, etc.) que Metro estime pertinente.
- El CONTRATISTA aportará la instrumentación adecuada y todos los medios necesarios para realizar las pruebas de recepción en todo el proceso de funcionamiento del equipo, y asumirá las responsabilidades y los gastos de personal e instalación de instrumentos de prueba y elementos necesarios para la ejecución de las mismas de acuerdo con el procedimiento establecido.
- En caso de que las pruebas mostrasen que el equipo no cumpliera las garantías previstas, el contratista se encargará de realizar las modificaciones y correcciones necesarias para alcanzarlas, quedando obligado a efectuar una nueva prueba cuyos gastos irán enteramente a su cargo.
- Todas las pruebas llevadas a cabo, con presencia o no de Metro de Madrid, conllevarán el levantamiento de acta de la misma y la generación de la documentación y protocolos necesarios. Si fuese necesario, la documentación y los ensayos podrían ser supervisados y/o auditados por la correspondiente entidad de certificación externa. Toda la documentación generada debe ser entregada a Metro de Madrid.
- Una vez finalizado el montaje y la fase de puesta en marcha de los equipos en las instalaciones de los Talleres Centrales, se efectuarán las pruebas pertinentes para comprobar el correcto funcionamiento y el cumplimiento de las garantías establecidas de los equipos. El método de prueba estará de acuerdo con los procedimientos recogidos en los reglamentos, códigos y normas aplicables, y será definido y establecido por el CONTRATISTA y Metro de Madrid.
- El CONTRATISTA con suficiente antelación, unos quince (15) días, a la realización de las correspondientes pruebas finales, propondrá por escrito a Metro de Madrid y/o a la Asistencia Técnica los protocolos de control, inspecciones y pruebas a realizar para la supervisión, revisión y aceptación de los mismos.