

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA DISYUNTORES FERROVIARIOS EN LAS INSTALACIONES DEL TALLER INTEGRAL DE REPARACIONES (TIR) DE METRO DE MADRID S.A.

CODIGO: 06



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

ÍNDICE

1	OBJETO	3
2	ALCANCE.....	3
3	CONDICIONES DE SERVICIO.....	5
4	LÍMITES DE SUMINISTRO.....	5
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO.....	6
5.1	DISYUNTORES A MANTENER	7
5.2	PRUEBAS A REALIZAR.....	8
5.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES	11
5.3.1	Requisitos principales.....	11
5.3.2	Mantenimiento y calibración	12
5.3.3	Control de ruido	13
5.3.4	Iluminación	13
5.3.5	Pintura	14
5.3.6	Identificaciones	14
5.3.7	Placa de características	14
5.3.8	Otros requisitos	14
5.4	CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS	14
5.4.1	Sistema informático e integración con servidor.....	14
5.4.2	Requerimientos de seguridad	25
6	ENSAYOS Y PRUEBAS.....	27
6.1	PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT).....	27
6.2	PRUEBAS EN PLANTA (COMMISSIONING y SAT).....	27
7	FORMACIÓN	28
8	DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN	28
9	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	30
10	REPUESTOS.....	33
11	GARANTÍA.....	33
ANEXO I – REQUISITOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO E INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE METRO DE MADRID.....		34
ANEXO II – ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA		35

1 OBJETO

El objeto del presente Pliego es definir los requisitos y características técnicas mínimas para la **contratación del diseño, fabricación, pruebas, preparación para transporte, transporte, montaje, instalación, puesta en servicio a plena satisfacción y pruebas finales de recepción de un (1) banco de pruebas de disyuntores de corriente continua ferroviarios** a instalar en el Taller Integral de Reparaciones (en adelante T.I.R.) de Metro de Madrid, S.A. (en adelante METRO). El banco deberá ser diseñado para ensayar los distintos tipos de disyuntores de las distintas series del Material Móvil de la red de METRO.

2 ALCANCE

El contrato debe ser “llave en mano” y su alcance deberá contemplar:

- El diseño, fabricación, pruebas (FAT), preparación para transporte, transporte, descarga, suministro, montaje, instalación, puesta en servicio, pruebas finales de recepción (commissioning y SAT), formación y todas las demás actuaciones necesarias para la completa implantación del banco de pruebas de disyuntores ferroviarios, incluyendo las que se indican en el apartado 4 LÍMITES DE SUMINISTRO del presente PPT.
- Suministro de mesa de trabajo con superficie aislante para el apoyo de los disyuntores durante las pruebas.
- Suministro del cableado necesario para probar los diversos disyuntores ferroviarios con el banco de pruebas.
- El diseño, desarrollo y suministro del software descrito en el apartado 5.4.1 Sistema informático e integración con servidor, así como su completa integración e implantación en el banco de pruebas, en su plataforma hardware y en los sistemas informáticos de METRO.
- El suministro de un juego de repuestos para el mantenimiento correctivo y preventivo del banco de pruebas de disyuntores para un periodo de cinco (5) años. Los repuestos deberán incluir una (1) unidad de Autómata con el programa cargado (más accesorios) en caso de optar por una solución basada en Autómata programable, tal y como se especifica en el apartado 5.4.3 Interfaz de E/S.
- El suministro de un juego de cualquier utillaje o herramienta especial, en caso de existir, necesario para el montaje, desmontaje, mantenimiento, revisiones y reparaciones de

cualquiera de los equipos o componentes de su suministro y para la calibración de la máquina.

- El suministro de los elementos y/o patrones de calibrado especiales, si es que esta operación fuera necesaria, incluyendo para dichos elementos y/o patrones de su correspondiente certificado de calibración según requerimientos de la norma **UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración o equivalente**.
- Disposición de los medios materiales y humanos necesarios para todas las operaciones de transporte y descarga necesarias, desde y con destino, a las dependencias de Metro de Madrid.
- Todo suministro (equipo, accesorios, útiles, herramientas especiales...), instalación y puesta en servicio relativo a las medidas de prevención, protección, advertencias y cuantas disposiciones adicionales se requieran para asegurar los requisitos esenciales de seguridad y salud de las máquinas marcados por el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, del Ministerio de la Presidencia por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas (Certificación de conformidad CE según directiva de Máquina 2006/42/CE) **o equivalente**.
- El banco de pruebas deberá cumplir con todas las normativas del apartado 0, en el que se incluye también la certificación en cuanto al Anexo I y II del RD1215/1997. El CONTRATISTA deberá entregar todos los certificados de cumplimiento de las normativas especificadas. El contratista deberá justificar la aplicación de las normativas. En caso de que se detecte un incumplimiento de algún punto de las normativas aplicables, el CONTRATISTA deberá modificar el banco para que cumpla dicha normativa.
- Documentación. A título enunciativo, pero no limitativo: planos, informes, programas, códigos fuente y software, manuales, libros de instrucciones de uso y de mantenimiento (incluyendo procedimientos de calibración), procedimientos, protocolos, herramientas especiales y demás documentación especificada en el apartado 9 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA. Toda la documentación que se entregue deberá estar en castellano, incluida la información de las placas de características, etiquetas, esquemas, planos, manuales, catálogo de repuestos, documentos para la formación, etc.
- Todas otras actuaciones no mencionadas anteriormente que sean necesarias para la explotación y mantenimiento del banco de prueba de disyuntores por parte del personal del SMTC.

3 CONDICIONES DE SERVICIO

El equipamiento deberá estar dimensionado para las condiciones de servicio en las que funcionará:

- Situación: Nave del T.I.R. del recinto de Canillejas.
- Condiciones ambientales: Los márgenes de temperatura ambiente entre los que podrá trabajar la máquina serán entre 0º y +50ºC. La humedad relativa (H.R.) será del 40 % \pm 10% de H.R. El equipo suministrado operará en el interior de la nave del T.I.R.
- Suministro eléctrico disponible: Suministro trifásico (Fase-fase) 400 V – 50 Hz y monofásico (fase-neutro) 240 V – 50 Hz. Neutro y toma de tierra.
- Toma de red LAN.

4 LÍMITES DE SUMINISTRO

El banco fabricado se instalará en las dependencias del T.I.R. de METRO, situado en la calle Néctar, 44 de Madrid.

A disposición del CONTRATISTA se situarán, en puntos cercanos a la ubicación de la máquina, a no más de 10 metros, las tomas para la acometida eléctrica y de red necesarias para su funcionamiento. También se deberá conectar el equipo al sistema de tierra del T.I.R.

Serán competencia del CONTRATISTA y entrarán dentro del alcance del Contrato:

- Todas las instalaciones y actuaciones complementarias que se necesiten desde los puntos de suministro al equipo (bornes de conexión en cuadros eléctricos, bandejas de rejilla tipo Rejiband con todos los soportes y accesorios necesarios, etc.), incluyendo mangueras, cableados y protecciones eléctricas de cabecera en el cuadro de fuerza y locales en el propio banco de pruebas.
- Las protecciones deberán ser superinmunizadas.
- Si bajo requerimiento de Metro, la conexión del equipo se realizara finalmente en la blindobarra existente (3P+N+T), será responsabilidad del contratista el suministro e instalación de la caja de conexiones a ésta donde irán alojadas las correspondientes protecciones.

- Tuberías de canalizaciones de cableado necesarias de plástico, auto-extinguible, no emisor de gases tóxicos y libre de halógenos, con p.p. de elementos de suportación y de conexión.
- Todos los anclajes necesarios para la fijación e instalación del equipo.
- La provisión del transporte de cualquier material, pieza, conjunto o componente, desde el T.I.R. hasta sus instalaciones, y a la inversa, en caso de que el CONTRATISTA lo requiriese.
- Cualquier elemento o puntos para el izado necesarios para la descarga, transporte y manipulación del banco dentro del taller. El contratista deberá incluir entre la documentación a entregar, el manual de izado y transporte.
- Cualquier otra actuación complementaria, que sea necesaria para el funcionamiento de las máquinas.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO

El banco de pruebas de disyuntores deberá diseñarse para realizar, **de manera automatizada**, los trabajos de verificación funcional de los disyuntores, que aseguren su correcto funcionamiento como parte de las tareas de revisión y mantenimiento preventivo y/o correctivo realizado sobre los mismos.

El banco dispondrá de todas las medidas necesarias para garantizar la seguridad de los operarios y para asegurar el equipo en pruebas.

Los trabajos de verificación funcional se estructurarán como ensayos de prueba convenientemente parametrizados para cada tipo de disyuntor. Estos ensayos de prueba se encontrarán previamente definidos y alojados en una base de datos (en adelante BBDD), gestionada por una aplicación web. Estos datos de la BBDD deberán ser importados por la aplicación local de control del propio banco de pruebas.

En definitiva, la aplicación web será para trabajos de gestión y administración, y la aplicación local para interactuar con el banco y registrar los resultados de pruebas.

La aplicación local de control deberá ir registrando los resultados de los ensayos para almacenarlos posteriormente en la BBDD, a fin de mantener el histórico y trazabilidad de las pruebas realizadas (por matrícula (referencia Metro), número de serie, serie del tren, etc...).

Posteriormente, desde la aplicación web se podrán visualizar los datos de las pruebas realizadas almacenados en la BBDD y emitir informes de prueba.

5.1 DISYUNTORES A MANTENER

El banco de pruebas de disyuntores deberá diseñarse para probar los siguientes tipos de disyuntores ferroviarios actualmente disponibles en Metro de Madrid:

Tabla 1. Disyuntores a mantener en el banco de pruebas.

Matrícula Metro	Modelo fabricante	Fabricante	Descripción
86116	TSE-1250	AEG	DISYUNTOR UNIP. TSE 1250 I
280101	TSE-1250	AEG	DISYUNTOR TSE 1250-B-I
170103	TSE-2000 A-I	AEG	DISYUNTOR TSE 2000 BIPOLAR C.2000-PRES.
270101	IR2015SV (Mod.2832)	Microelettrica Scientifica	INTER.EXTRAR.1500 VCC
270129	IR2030SV (Mod.2828)	Microelettrica Scientifica	DISYUNTOR 600V REF.211VQ01099B032603
C31308	UR15-42	SÉCHERON	DISYUNTOR UR15-42 &-CA87600800E03
C31308	UR15-42	SÉCHERON	DISYUNTOR 3000 1º BITENSION
B10808	UR15-42	SÉCHERON	DISYUNTOR
B30803	UR15-42	SÉCHERON	DISYUNTOR UR15
280153	UR-26	SÉCHERON	DISYUNTOR BITENSION
B10802	UR-26	SÉCHERON	DISYUNTOR 8000 2º LOTE 1 BITENSION
270155	IR2030 (Mod.2842)	Microelettrica Scientifica	DISYUNTOR 9000 BITENSION
46101	TSE-2000	AEG	DISYUNTOR 2000 PRE
75601	3WF-84	SIEMENS	DISYUNTOR 3WF-84 750V/1000A
SM	UR41	SÉCHERON	DISYUNTOR UR41

Los parámetros asociados a los disyuntores son los siguientes:

- 3WF84 de Siemens
 - Disparo por cortocircuito: 3KA
 - Disparo por sobreintensidad: 1 KA por polo
- GEARAPID TSE 2000 de G.E. Power Control
 - Disparo por cortocircuito: 3,5 KA

- Disparo por sobreintensidad: 2 KA por polo
- GEARAPID TSE 1250 de G.E. Power Control
 - Disparo por cortocircuito: 3,5KA
 - Disparo por sobreintensidad: 1,5 KA por polo
- UR15 de Sécheron
 - Disparo por sobreintensidad máxima: 3,6 KA
- UR26-82 de Sécheron
 - Disparo por sobreintensidad máxima: 5,0 KA
- DISYUNTOR IR2030SV 750/1500Vcc de EMC Traction
 - Disparo por sobreintensidad (directo e inverso): 4,6 KA / 2,6 KA
 - Disparo por sobreintensidad (rango de pruebas de regulación): 3,3 – 6 KA
- DISYUNTOR IR2000SV 1500Vdc de EMC Traction
 - Disparo por sobreintensidad (directo e inverso): 1,8 KA

Los planos y la tabla de características de los disyuntores a ensayar en el banco de pruebas se encuentran en el ANEXO II – ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA. El banco de pruebas deberá ser compatible con todos los tipos de disyuntores a ensayar.

5.2 PRUEBAS A REALIZAR

El banco de pruebas de disyuntores deberá diseñarse para realizar las principales pruebas (o parametrizaciones) listadas a continuación sobre los disyuntores especificados en el apartado

5.1 DISYUNTORES A MANTENER:

- Disparo por sobreintensidad tanto directo como inverso. Se comprobará que los interruptores abren cuando se llega a la intensidad de tarado de los mismos. Se comprobará también que el tiempo de apertura no supera los valores admitidos.
- Disparo por cortocircuito. Se comprobará que los interruptores abren cuando se llega a la intensidad de tarado de los mismos. Se comprobará también que el tiempo de apertura no supera los valores admitidos.

Para la realización de dichas pruebas, hay que tener en cuenta, que el banco de ensayo debe disponer de los elementos necesarios para la alimentación del circuito auxiliar y de mando de todos los disyuntores. Este dispositivo de alimentación tendrá las funciones de permitir el cierre del disyuntor para proceder a la realización de las pruebas y de mantener cerrado el disyuntor hasta su apertura en la prueba.

Adicionalmente:

- Se deberá poder elegir en el display del banco de ensayo la matrícula (referencia Metro) o tipo de disyuntor a ensayar. Otra forma para introducir la matrícula deberá ser mediante la lectura de la etiqueta RFID del disyuntor.
- El operario debe introducir de forma manual la orden de trabajo asociada a las pruebas que va a realizar.
- El banco de ensayo deberá guiar al operario. En el display deberán indicarse todos los pasos que debe seguir el operario en cada momento para la comprobación del disyuntor.
- El banco de ensayo, a partir de la matrícula, seleccionará de forma automática la plantilla asociada. Esta plantilla contendrá los datos y parámetros de los ensayos, como la tensión y corriente de tarado, la duración de los ensayos, la secuencia de los mismos, el número de ciclos de apertura/cierre de los disyuntores, etc. También se podrán introducir los parámetros de forma manual, en caso de que quieran realizarse pruebas adicionales a las establecidas en la plantilla.
- El sistema también deberá permitir definir y guardar los ensayos definiendo rampas de corriente distintas.
- Se le debe permitir al operario decidir entre parar, repetir los últimos pasos realizados o continuar con el siguiente paso de la prueba.
- Se debe permitir al operario durante el ensayo acceder a regular el disyuntor manualmente. Todas las operaciones que impliquen que el operario realice operaciones manuales sobre el banco de pruebas o el disyuntor deberán indicarse en el display durante el transcurso del ensayo y el operario podrá realizarlas de forma segura.
- Durante las pruebas, el operario podrá visualizar en tiempo real todos los parámetros intervinientes en el ensayo (tanto del circuito principal como los del circuito auxiliar). También se podrán visualizar todos los parámetros de la prueba aplicados al disyuntor.

- La aplicación deberá disponer la opción de visualizar gráficos de canal-tiempo y/o X-Y de los parámetros de la prueba.
- El programa también validará si todos los resultados de las pruebas se encuentran dentro de las tolerancias establecidas en las plantillas para ese disyuntor. Debiendo dar el ensayo o la prueba como NO APTA en caso de que el valor resultante quede fuera de las tolerancias.
- Se permitirá al operario añadir observaciones a cada una de las pruebas que realice, en caso de que lo considere oportuno.
 - En este apartado se habilitará como desplegable de selección el tipo de operación que se ha realizado en el disyuntor: RCL, PMM, Otras.
 - El formulario permitirá la introducción de observaciones tanto a nivel usuario como administrador.
- Cuando todas las pruebas del ensayo se hayan realizado, se guardarán todos los datos del ensayo en la BBDD del servidor interno de Metro. Los datos a guardar deberán definirse entre el contratista y Metro tras la adjudicación. Entre otros, estos datos podrán ser:
 - Fecha y hora del ensayo.
 - Identificador del agente que realiza el ensayo.
 - Orden de trabajo asociada.
 - Referencia del disyuntor de Metro (matrícula)
 - Serie del tren a la que pertenece el acoplador.
 - Modelo y número de serie del fabricante.
 - Tipo de ensayo
 - Valor máximo admisible (para cada prueba efectuada)
 - Valor mínimo admisible (para cada prueba efectuada)
 - Valor medido
 - Observaciones
 - Observaciones administrador (modificable posteriormente a la grabación o creación del informe)
 - Selector de actuación sobre el disyuntor: RCL, PMM, otras.
 - Resultado general de las pruebas (APTO / NO APTO).

5.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El equipo de pruebas de disyuntores se utilizará exclusivamente para realizar pruebas de corriente a los disyuntores.

La bancada se compondrá por el conjunto de elementos electromecánicos tales como sensores, actuadores, transductores, etc.

5.3.1 *Requisitos principales*

Los requerimientos principales asociados a esta bancada serán los siguientes:

1. Dimensiones: No deberá superar las siguientes dimensiones (Longitud x Ancho): 3000 x 2500 mm. Dentro de dicho dimensionamiento se incluye el equipo, la mesa de apoyo de los disyuntores y todos los espacios necesarios para el almacenamiento de todos los útiles y accesorios suministrados, así como los incluidos en el apartado 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO.
2. El banco deberá convertir la tensión alterna procedente de la alimentación del taller en una tensión continua aplicada a los disyuntores.
3. El banco deberá tener una fuente de alimentación de circuitos principales del disyuntor y otra fuente de alimentación para los circuitos auxiliares (bobinas de retención). Estas fuentes de alimentación tendrán tensión y corriente regulables para poder realizar las pruebas que correspondan a cada tipo de disyuntor.
4. La fuente de alimentación de circuitos principales de los disyuntores tendrá las siguientes características mínimas:
 - Tensión regulable de 0 - 10 Vcc
 - Corriente regulable de 0 – 7000 A
5. La fuente de alimentación de circuitos auxiliares de los disyuntores tendrá las siguientes características mínimas:
 - Tensión regulable de 0 - 230 Vcc
 - Corriente regulable de 0 – 25 A
 - Rizado del <5%
6. Las conexiones eléctricas entre el disyuntor y el equipo deben realizarse al inicio de las pruebas. El operario no deberá desconectar / conectar el cableado hasta que las pruebas finalicen

- El equipo deberá internamente invertir de forma automática la aplicación de corriente para las pruebas de disparo directo e inverso.
 - Se deberán conectar al equipo todas las conexiones de los contactos y del disyuntor completo. Durante las pruebas, el equipo aplicará la tensión y corriente correspondientes a cada elemento sin que el operario conecte o desconecte los cables de forma manual.
7. La precisión de medición de resultados deberá ser como mínimo +/- 0,5% del valor medido.
 8. Se podrán visualizar y regular todos los parámetros intervinientes en las pruebas, tanto para los circuitos principales como para los auxiliares.
 9. En funcionamiento automático se podrá regular la salida de corriente en un tiempo determinado (0 - 60 segundos).
 10. El equipo podrá realizar las pruebas en modo automático y en modo manual.
 - a. Modo automático: El usuario inicia o para la prueba pero no puede controlar la intensidad aplicada. Las pruebas se realizarán en el orden y con los parámetros preestablecidos en las plantillas.
 - b. Modo manual: El usuario controla la aplicación de la intensidad, aumentándola o disminuyéndola hasta que el disyuntor abra.
 11. Se deberán suministrar todas las conexiones necesarias para conectar eléctricamente al banco de pruebas todos los disyuntores mencionados en el apartado 5.1 DISYUNTORES A MANTENER.
 12. Se suministrará una mesa con una superficie aislante para apoyar todos los disyuntores a probar.
 13. Se incluirá señalización luminosa de contactor principal desconectado, señalización luminosa de disyuntor conectado y señalización de secuencias de fases en orden.

5.3.2 Mantenimiento y calibración

Se deberá suministrar un juego de cualquier utillaje o herramienta especial, en caso de existir, necesario para el montaje, desmontaje, mantenimiento, revisiones y reparaciones de cualquiera de los equipos o componentes de su suministro y para la calibración de la máquina

Se aportará el plan de mantenimiento periódico con sus consistencias y periodicidades, incluyendo el mantenimiento legal, en caso de que aplique, así como el plan de calibración aplicables a sus productos de acuerdo con la normativa.

Se deberá diseñar el banco de tal forma que requiera el menor número de operaciones de mantenimiento y calibración posibles. Además, se valorará que el tiempo entre mantenimientos o calibraciones sea el máximo posible, debiendo incluso de indicar la periodicidad de mantenimiento y calibración ajustada a horas de funcionamiento real de la máquina.

El banco deberá disponer de un contador horario de funcionamiento real de la máquina. Además, se deberán emitir avisos en el display del equipo con la periodicidad y antelación que Metro decida para avisar a los mantenedores y/o departamento de calibración de que se aproximan las fechas límite para realizar sus trabajos.

Todos los elementos del banco que requieran ajustes o revisiones periódicas de mantenimiento o sean susceptibles a ser reemplazados por el uso deberán estar en un lugar accesible.

5.3.3 Control de ruido

Los equipos y sistemas mecánicos deberán ser diseñados de forma que el ruido máximo transmitido por los sistemas no supere el admisible por el **RD 286/2006**, sobre la **protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido o equivalente**.

El ruido medido en la **zona de uso del panel de control**, deberá ser como máximo de **78dB(A)**.

5.3.4 Iluminación

Las zonas del banco donde el operario trabaje deberán estar correctamente iluminadas conforme al **RD 486/1997**, por el que se establecen **las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo**. Debiendo el CONTRATISTA añadir la iluminación que necesite el banco para que se cumpla el nivel mínimo de iluminación en las siguientes zonas, según el tipo de tarea a realizar:

- Interior de los cuadros eléctricos. La intensidad mínima de luz en esta zona deberá ser de **300 luxes**.
- Zona del panel de control. La intensidad mínima de luz en esta zona deberá ser de **300 luxes**.

La iluminación debe ser LED, con luz neutra entre 2700 y 4000K. La iluminación de cada zona debe poderse encender y apagar mediante interruptores independientes.

Se deberá tener en consideración que no se generen brillos o reflejos indeseados que impidan al operario visualizar los displays mientras se utiliza el banco.

5.3.5 Pintura

La limpieza, preparación y pintado deberá realizarse de acuerdo con los requisitos en los que prestarán servicio.

5.3.6 Identificaciones

Todos los útiles y accesorios suministrados con el banco de pruebas deberán identificarse con un código de identificación. Este código lo definirá Metro.

5.3.7 Placa de características

Las placas de características deberán fijarse en el banco y en aquellos componentes que debido a sus características así lo requieran.

5.3.8 Otros requisitos

1. El banco incorporará los habitáculos necesarios para contener los diversos utillajes y herramientas especiales fabricados para el uso, mantenimiento y calibración del banco, de forma que queden protegidos bajo llave cuando no se estén utilizando. También deberá disponer de los habitáculos o lugares adecuados para almacenar el cableado suministrado para conectar el disyuntor al banco de pruebas.
2. El tipo de protección mínima de los diversos elementos será IP-54, debiendo en cualquier caso respetarse lo establecido por la legislación vigente.
3. Todos los riesgos de manipulación, operativos y potenciales de los equipos se identificarán con etiquetas de advertencia en castellano.
4. Se integrarán indicadores luminosos que indiquen de errores o avisos durante la utilización de la máquina. Se indicará si disponen de indicadores sonoros de advertencia o error.

5.4 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

5.4.1 Sistema informático e integración con servidor

Todo el sistema informático e integración con el servidor deberá seguir la línea base en los ámbitos de desarrollo, sistemas, comunicaciones y seguridad actualmente existentes en Metro de Madrid, y adjuntada en el ANEXO I – REQUISITOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO E INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE METRO DE MADRID. Cualquier tarea que implique la necesidad de salirse de esta línea deberá ser sometida a aprobación por parte de Metro de Madrid mediante la provisión por parte del contratista de un informe justificativo y de posibles alternativas. La solución tecnológica propuesta quedará integrada dentro del sistema

informático de METRO, por lo que se deberá tener en cuenta en el análisis las relaciones de esta solución con el resto de las aplicaciones y entornos, con el fin de garantizar la perfecta integración con éstos. Con carácter posterior a la adjudicación, y previo a la fase de inicio del proyecto se determinará, de acuerdo con el equipo de Sistemas de Metro de Madrid, el entorno tecnológico y las herramientas con las que se desarrollará la BBDD y la aplicación en entorno .net.

Puede considerarse la posibilidad que sea .Net Framework y/o .Net Core (aunque no se especifique en la Línea Base). Puede proponerse utilizar Angular en la aplicación cliente web.

En ningún caso se admitirán tecnologías obsoletas y/o sin soporte aunque se hayan incluido en la Línea Base, que se encuentra en el ANEXO I – REQUISITOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO E INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE METRO DE MADRID.

5.4.1.1 Requisitos informáticos principales

- Leer la etiqueta RFID del componente para escoger de forma automática la plantilla de pruebas a ejecutar en la aplicación local del banco. También deberá poderse ejecutar introduciendo manualmente el código del componente.
- Se deberá crear una aplicación web desplegada en un servidor de aplicaciones interno de Metro. Desde la aplicación, se podrá acceder a una BBDD interna de Metro para diseñar y crear plantillas para pruebas nuevas o existentes, y buscar los resultados de pruebas realizadas.
- Deberá crearse una aplicación local en el PC del banco de pruebas, la cual controle el banco y acceda a las plantillas de la BBDD del servidor de Metro para ejecutar la correspondiente al componente a ensayar. La base de datos no puede ser local, debe estar en red y la aplicación local deberá utilizar servicios web (API web) para intercambiar información con la base de datos en red.
- Permitir la realización de ensayos de forma manual, sin plantillas.
- El acceso a las aplicaciones podrá ser:
 - En local: Desde el PC local de control se podrá acceder a la aplicación local de control.

- En remoto: Desde el navegador de Internet de los PC's corporativos se podrá acceder a la aplicación web desplegada en un servidor de aplicaciones interno de Metro.
- Los datos de los resultados, informes generados y las plantillas creadas para las pruebas se guardarán en la BBDD interna.
- Permitir acceso remoto VPN al fabricante a la aplicación del servidor y la aplicación local de control para la solución de fallos. Metro definirá el alcance de este acceso con carácter posterior a la adjudicación.
- Toda interfaz hombre-máquina deberá implementarse en idioma español.
- Los permisos de red que Metro dará a los usuarios son de usuario estándar, nunca se darán permisos de administrador. Metro facilitará las herramientas de desarrollo que se necesiten y realizará las tareas que se requieran desde los perfiles de administrador, como instalaciones y configuración. Estas tareas serán realizadas siguiendo los manuales y con soporte del proveedor. Se podrán llegar a dar permisos de administración a procesos con usuarios de sistema (en local), nunca se darán a usuarios conectados en el equipo donde se encuentra la aplicación.
- La propiedad intelectual e industrial de todos los productos desarrollados específicamente para Metro durante el proyecto será exclusiva de Metro. Todos los productos que queden fuera de este ámbito se tendrán que especificar en la oferta.
- A continuación, se presenta la arquitectura general del banco de pruebas y que ayudará en los sucesivos apartados a describir los alcances específicos del suministro para cada una de sus partes.

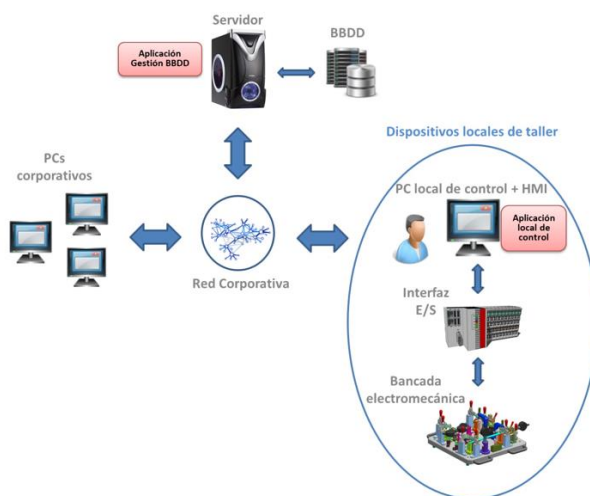


Figura 1. Arquitectura general del banco de pruebas.

5.4.1.2 PC local de control

Metro de Madrid proporcionará al Adjudicatario un PC sobre el que el Adjudicatario deberá desarrollar e integrar una aplicación local de control cuyas características se definirán a continuación. El PC servirá para proporcionar al operario la información y el control necesarios para que éste lleve a cabo las tareas de pruebas sobre los disyuntores. Esto se llevará a cabo a través de la correspondiente interfaz gráfica de usuario o HMI de control de dicha aplicación.

Metro homologará en sus instalaciones tanto el Software que se desarrolle como Software de terceros que deba instalarse en el PC. Es importante destacar que el Sistema Operativo Windows 10 debe ser Windows 10 LTS Enterprise, es decir, licencia empresarial de índole industrial. En ningún caso se pondrá un Windows 10 con licencia “profesional” y esta licencia ni es la recomendada por Microsoft ni tampoco está dentro del actual contrato de mantenimiento para nuestro entorno empresarial.

No hay unas características concretas de PC (maqueta), Metro comprará el PC en base a la necesidad que se especifique tras la adjudicación por el adjudicatario. El adjudicatario deberá definir las características mínimas necesarias del PC.

El PC, al ser un equipo corporativo propiedad de Metro, no podrá salir de las instalaciones del TIR. El fabricante deberá disponer de un equipo propio para realizar los desarrollos en fábrica que necesite. El personal de Metro replicará en el PC corporativo la instalación del programa mediante el seguimiento de las instrucciones correspondientes aportadas por el contratista.

Se incluye en el ANEXO I – REQUISITOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO E INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE METRO DE MADRID de este PTT la línea base para la configuración del entorno tecnológico y los requisitos para puesto cliente.

En caso de que haya un inconveniente con que Metro suministre el PC, el contratista deberá aportar un informe justificando los motivos. En este caso, Metro valorará y decidirá si se admite que el PC sea suministrado por el adjudicatario, debiendo siempre de tener en cuenta y ajustarse a los requisitos y línea base del puesto cliente.

5.4.1.3 BBDD del servidor

La base de datos debe ser única y residir en un servidor en red, tanto para la aplicación local como la web. Deberá acudirse a estrategias de desarrollo (utilización de caches en local, por ejemplo) para cubrir la necesidad en la que se haya perdido conexión con la base de datos. Hay

que tener en cuenta que la infraestructura de comunicaciones de la que dispone en la actualidad Metro es bastante robusta y tiene muy pocas pérdidas.

5.4.1.4 Aplicación Web desplegada en un servidor de aplicaciones interno de Metro de Madrid

El contratista elaborará una aplicación para generar nuevas plantillas para la configuración de parámetros y mantenimiento de datos maestros. Desde esta aplicación también se podrán visualizar y extraer los datos de las pruebas realizadas y generar informes de prueba.

Se elaborará la documentación necesaria para poder operar y mantener la aplicación. Dicha documentación abarcará aspectos como catálogo de requisitos, análisis y diseño de la solución, arquitectura, perfiles, explotación y mantenimiento. También será necesario elaborar un manual de usuario detallado para el perfil administrador y otro manual para usuario estándar.

1. Podrán acceder a la aplicación aquellos terminales remotos o clientes que se encuentren conectados a la red corporativa de Metro, requiriéndose un proceso de autenticación y/o autorización, que deberá integrarse con el repositorio de usuario en el Directorio Activo.
2. Existirán como mínimo tres entornos de trabajo diferenciados: desarrollo, pre-producción y producción. El sistema/aplicación deberá estar preparada para trabajar contra cualquiera de ellos a través de mecanismos flexibles. La aplicación se desarrollará en un entorno de 'desarrollo', bien en las instalaciones del Contratista o en las de Metro de Madrid. En el primer caso, será necesario desplegar el código igualmente en las instalaciones de METRO, en todos los entornos empezando por desarrollo, siguiendo los procedimientos de despliegue de Metro, si fuera necesario debería generarse un instalador y hacer las pruebas necesarias para comprobar que dicho entorno queda plenamente operativo para el futuro mantenimiento y evolución de la aplicación. Adicionalmente deberá entregarse previo a su aceptación la documentación técnica que permita a Metro la instalación, mantenimiento y soporte de la aplicación.

Una vez realizada la entrega correcta del código en desarrollo, Metro de Madrid realizará todas las pruebas necesarias para validar que la aplicación entregada está completa, correcta, libre de fallos y responde a los requisitos de funcionamiento

requeridos. Estas pruebas se deberán realizar con datos reales, por lo que será obligación del Contratista garantizar que los Ficheros, Bases de datos y demás sistemas de almacenamiento de datos, usados en las pruebas, se encuentren cargados correctamente, así como que los datos reales no se perderán o alterarán en toda la fase de ejecución del proyecto.

3. Se podrán buscar los resultados de las pruebas almacenados en la BBDD interna, mediante una serie de filtros preestablecidos. Se definirá tras la adjudicación los datos de los resultados que deben aparecer en el buscador (referencia del disyuntor, intensidad de tarado, día y hora, etc.), así como los filtros que se necesitan (filtrar por referencia, filtrar los tests realizados entre dos fechas concretas, etc.).

▪ PLANTILLAS:

1. Los usuarios que tengan permiso tendrán la opción de crear plantillas para pruebas de cada referencia de disyuntor de forma fácil e intuitiva. Esto incluye nuevas plantillas o pruebas para otros disyuntores que no estén en el listado de pruebas inicial. El software debe permitir crear plantillas o ensayos nuevos y/o modificar los existentes (solo perfil administrador).
2. En estas plantillas se diseñará la prueba a realizar. El operario deberá estar guiado en todo momento. A través de las plantillas, se podrá definir lo que se va a mostrar en el display durante el ensayo, tanto los pasos que deba seguir el usuario manualmente, como los pasos que va a realizar el banco automáticamente.
3. Se podrá programar, entre otros aspectos, el número de pruebas, la secuencia de las mismas, los parámetros de cada prueba (como tensiones y corrientes aplicables desde cada fuente de alimentación), los controles sobre el sistema necesarios para la conexión/desconexión del disyuntor, variables a medir y sus rangos de validez, las indicaciones al operario, los datos de los resultados que se guardarán en la BBDD del servidor, etc. También se deberán incluir y definir los pasos previos que el operario deberá comprobar antes de la realización de la prueba, y que una vez realizados deberá validar mediante el sistema. El equipo también deberá rearmar los contactos del disyuntor durante las pruebas de forma

- automática, mediante el apagado y encendido de la fuente de alimentación auxiliar
4. También se podrá definir en estas plantillas si es necesaria la generación de un informe con los datos y resultados del ensayo. En cada plantilla, el informe podrá configurarse en función de las preferencias, es decir, se podrá decidir entre otros:
 - Resultados de los ensayos a mostrar.
 - Tipos de gráfico a mostrar.
 - Otros datos que se consideren relevantes.
 5. Las plantillas se podrán editar actualizando su versión, duplicar y borrar desde uno de los perfiles con el permiso para ello.
 6. Las plantillas se almacenarán en la BBDD del servidor interno.

▪ **BUSCADOR EN BBDD DEL SERVIDOR:**

1. Se podrán buscar los resultados de las pruebas almacenados en la BBDD interna de Metro, mediante una serie de filtros preestablecidos. Metro definirá tras la adjudicación los datos de los resultados que deben aparecer en el buscador (referencia del disyuntor, intensidad de tarado, día y hora, etc.), así como los filtros que se necesitan (filtrar por referencia, filtrar los tests realizados entre dos fechas concretas, etc.).
2. Se podrá descargar el informe de resultados o los datos de los ensayos que se seleccionen para su posterior análisis. El informe se descargará en formato .pdf y los datos se descargarán en formato .xlsx / .csv.

5.4.1.5 Aplicación local de control

El contratista elaborará una aplicación que se instalará en el PC local de control para el control del banco.

Se elaborará la documentación necesaria para poder operar y mantener la aplicación. Dicha documentación abarcará aspectos como catálogo de requisitos, análisis y diseño de la solución, arquitectura, perfiles, explotación y mantenimiento. También será necesario elaborar un manual de usuario detallado para el perfil administrador y otro manual para usuario estándar.

1. Se podrá acceder a ella a través del PC local de control.

2. Se le proporcionará al operario la información y el control a nivel local necesarios para que éste lleve a cabo las tareas de pruebas sobre los disyuntores, a través de la correspondiente interfaz gráfica de usuario o HMI de control de dicha aplicación.
3. Podrán acceder a la aplicación aquellos terminales remotos o clientes que se encuentren conectados a la red corporativa, requiriéndose un proceso de autenticación y/o autorización, que deberá integrarse con el repositorio de usuario en el Directorio Activo.
4. Permitirá, al menos, tres perfiles de acceso a la aplicación de control con diferentes privilegios: Usuario, Mantenedor y Administrador. Los privilegios asociados a cada perfil serán definidos por METRO con carácter posterior a la adjudicación.
5. La aplicación deberá disponer de la opción, mediante usuario y clave, de habilitar los privilegios de administrador en cualquier momento, o de cambiar de usuario.
6. Existirán como mínimo tres entornos de trabajo diferenciados: desarrollo, pre-producción y producción. El sistema/aplicación deberá estar preparada para trabajar contra cualquiera de ellos a través de mecanismos flexibles. La aplicación se desarrollará en un entorno de 'desarrollo', bien en las instalaciones del Contratista o en las de Metro de Madrid. En el primer caso, será necesario desplegar el código igualmente en las instalaciones de METRO, en todos los entornos empezando por desarrollo, siguiendo los procedimientos de despliegue de Metro, si fuera necesario debería generarse un instalador y hacer las pruebas necesarias para comprobar que dicho entorno queda plenamente operativo para el futuro mantenimiento y evolución de la aplicación. Adicionalmente deberá entregarse previo a su aceptación la documentación técnica que permita a Metro la instalación, mantenimiento y soporte de la aplicación.

Una vez realizada la entrega correcta del código en desarrollo, Metro de Madrid realizará todas las pruebas necesarias para validar que la aplicación entregada está completa, correcta, libre de fallos y responde a los requisitos de funcionamiento requeridos. Estas pruebas se deberán realizar con datos reales, por lo que será obligación del Contratista garantizar que los Ficheros, Bases de datos y demás sistemas de almacenamiento de datos, usados en las pruebas, se encuentren cargados correctamente, así como que los datos reales no se perderán o alterarán en toda la fase de ejecución del proyecto.

7. Deberá tener acceso a la BBDD del servidor, especificada en el apartado 5.4.1.3 BBDD del servidor, para la descarga en últimas versiones de los ensayos predefinidos con sus parametrizaciones asociadas. La última versión de la plantilla asociada al disyuntor a ensayar deberá seleccionarse y ejecutarse de forma automática a través de la lectura de la etiqueta RFID o mediante la introducción manual de la matrícula del disyuntor.
8. En caso de que no sea posible la conexión con la BBDD en el punto anterior, la aplicación deberá avisar de este hecho y tendrá la posibilidad de seleccionar los ensayos predefinidos almacenados a nivel local. Para posibilitar este punto, la aplicación deberá haberse descargado previamente en memoria local los ensayos predefinidos en la BBDD en sus últimas versiones en conexiones previas.
9. La aplicación también permitirá introducir los datos de forma manual para poder realizar ensayos que no estén definidos en la BBDD del servidor.
10. A través del lector RFID, se seleccionará automáticamente el ensayo concreto a realizar. A partir de ese momento, la aplicación irá indicando en pantalla los pasos de prueba que se tienen que realizar y cuál se encuentra en ejecución en cada momento. La aplicación detectará, a través de sus sensores, y siempre que sea posible, cuando se ha completado cada etapa del ensayo y actuará en consecuencia pasando a la siguiente notificándolo en el display del PC local mediante una indicación visual o acústica.
11. El ensayo de los disyuntores puede consistir en realizar varios ciclos de apertura y cierre.
12. En el display del panel de control se podrán visualizar los resultados de cada prueba: valores de referencia, gráfica con los datos obtenidos de intensidad frente al tiempo en comparación con la gráfica teórica, etc.
13. El programa deberá analizar las intensidades de apertura de los contactos de los disyuntores, debiendo indicar si se encuentran o no dentro de las tolerancias establecidas. El ensayo será NO APTO en caso de que el valor medido sobrepase los límites máximos y mínimos admisibles.
14. Se permitirá al operario añadir observaciones a cada una de las pruebas que se realicen, en caso de que lo considere oportuno.

15. Cuando todas las pruebas del ensayo se hayan realizado, se volcarán todos los datos del ensayo en la BBDD del servidor interno de Metro con el fin de conseguir una perfecta trazabilidad, incluyendo los parámetros requeridos en las pruebas funcionales mencionados anteriormente y todos aquellos datos de índole identificativo. Los datos a guardar deberán definirse entre el contratista y Metro tras la adjudicación. Entre otros, estos datos podrán ser:

- Versión de ensayo predefinido.
- Fecha y hora del ensayo.
- Identificador del agente que realiza el ensayo.
- Orden de trabajo asociada.
- Referencia del disyuntor de Metro (matrícula)
- Serie del tren a la que pertenece el disyuntor.
- Modelo y número de serie del fabricante.
- Tensión suministrada al circuito principal.
- Tensión suministrada al circuito auxiliar.
- Intensidad de tarado y valores máximos y mínimos admisibles por contacto y para el conjunto completo.
- Intensidades de corte resultantes frente a las pruebas de cortocircuito y de sobreintensidad.
- Gráfica de intensidad frente al tiempo.
- Resultados de las pruebas (APTO / NO APTO).
- Observaciones.

16. En caso de que no sea posible la conexión con la BBDD a la hora de guardar los datos de los resultados, la aplicación deberá avisar de este hecho. Si se produce esta situación, puede indicarse que la aplicación local guarde en caché la información (preferiblemente en ficheros temporales) y actualice cuando tenga la conexión con la base de datos. Adicionalmente la aplicación local controlará con logs los errores de conexión.

5.4.1.6 Interfaz de E/S

Como interfaz de Entrada/Salida se entiende la parte del banco de pruebas de carácter eminentemente eléctrico y electrónico encargada de la adaptación y condicionamiento de señales entre el PC local de control y el conjunto de sensores y actuadores de la bancada electromecánica. Dentro de esta parte se incluirán, por ejemplo, posibles implementaciones

basadas en autómatas de control, tarjetas de entradas/salidas digitales y analógicas, tarjetas de comunicaciones de buses industriales, etc.

Los conjuntos de dispositivos constituyentes de esta interfaz deberán cumplir con los siguientes requisitos:

1. En ningún caso el fabricante de los dispositivos a integrar habrá emitido a fecha actual ninguna carta de Interrupción de suministro de producto y final del ciclo de vida asociado a éstos, ni a cualquiera de sus accesorios a integrar en el banco de pruebas. Este aspecto será aplicable y extrapolable tanto para la parte Hardware como para la del Software, incluyendo cualquier componente o elemento mecánico, eléctrico o electrónico a integrar en el banco de pruebas en su conjunto.
2. Cualquier sistema de seguridad autónomo basado en la supervisión o monitorización activa de sensores, actuadores, etc. se deberá implementar mediante módulos de seguridad de fabricantes de reconocido prestigio a nivel internacional, como los módulos SIGUARD de SIEMENS, o PNOZ de PILZ. Los elementos constituyentes de dicho sistema deberán estar en conformidad con la normativa vigente que les fuera de aplicación para poder ser integrados en sistemas de control cuya seguridad sea conforme con los niveles establecidos según las normativas de seguridad de máquinas EN ISO 13849-1 y la EN 62061 o equivalente.
3. En el caso que se opte por una solución de control basada en **autómata programable**, éste deberá ser de un fabricante de reconocido prestigio a nivel internacional, de Siemens o similar. Respecto a este Autómata:
 - Se deberá especificar en la oferta técnica el modelo del Autómata elegido, así como la de sus componentes asociados (tarjetas de entradas/salidas, comunicaciones, etc.) y la versión de Software de Sistema a cargar en el Autómata.
 - Si el autómata integra la funcionalidad de supervisión y/o actuación de seguridades, éste deberá estar en conformidad con la normativa que le fuera de aplicación para poder ser integrado en sistemas de control cuya seguridad sea conforme con niveles de seguridad de categoría PL e, o SIL 3, según las normativas de seguridad de máquinas EN ISO 13849-1 y la EN 62061 respectivamente o equivalentes.

- El software deberá estar instalado y programado en el PC para poder trabajar con los disyuntores descritos en la licitación.
 - Se deberá aportar, en relación al software asociado al Autómata, lo siguiente:
 - Aplicación e instrucciones de carga de software.
 - Archivos fuente y compilados de la aplicación cliente.
 - Aplicación de compilación e instrucciones de uso de la misma.
 - Licencias software necesarias.
4. En caso de que no se opte por un control basado en Autómata, el oferente deberá citar este aspecto de forma expresa en su oferta técnica.

5.4.1.7 Acceso remoto externo

El banco de pruebas deberá disponer de acceso remoto, que permitirá al fabricante conectarse a la máquina desde cualquier lugar para el mantenimiento o resolución de incidencias durante el periodo de garantía. Esto facilitará la resolución de los diferentes tipos de problemas relacionados con el software del equipo.

El acceso remoto se realizará mediante una VPN con un sistema de claves, donde las conexiones deberán ser autorizadas por METRO. Se deberán seguir las políticas que estén vigentes en el momento de la adjudicación del proyecto.

5.4.2 Requerimientos de seguridad

El banco de pruebas deberá disponer de los sistemas de seguridad y protección necesarios, que cumplan con los requerimientos de las normativas que apliquen, definidas en el apartado 0 La formación será presencial y en castellano para administradores, usuarios, mantenedores, personal del departamento de calibración y personal del Área de Sistemas de Información. Los cursos para los diferentes perfiles deberán ser completamente diferenciados y con un carácter eminentemente práctico. Para cada asistente al curso se deberá aportar documentación adecuada y orientada al contenido de cada curso.

DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN. En caso de ser necesario adaptar el equipo para el cumplimiento de cualquier normativa, incluido el RD1215/97 anexo I y II, será responsabilidad del contratista su adaptación.

El equipo deberá estar provisto de todas las medidas de seguridad necesarias para evitar cualquier riesgo que pueda producirse durante la realización de las pruebas.

Entre estas medidas de seguridad se encontrará un indicador luminoso que se activará durante la realización del ensayo.

En todo caso, el oferente deberá detallar en su oferta para los contratos basados los sistemas de seguridad que posee el banco.

5.4.2.1 Protecciones

El equipo debe de disponer, como mínimo, de las siguientes protecciones:

- Bloqueo del banco por ausencia de fase y por tensión de alimentación inferior a 300Vac.
- Protección frente a sobrecarga térmica y cortocircuitos.
- Salidas con protección térmica.
- Seccionador fusible de acometida en posición desconectado que garantice la ausencia de cualquier tipo de tensión en el armario y en el disyuntor a probar. Solamente en esta posición se permitirán manipulaciones en el disyuntor a probar.
- Filtro de compatibilidad electromagnética del conjunto.
- Limitaciones temporales:
 - El equipo deberá disponer de los elementos necesarios para realizar la desconexión cuando en la prueba no se realice el disparo del disyuntor en un tiempo determinado. Esta protección deberá particularizarse para cada ensayo y se definirá durante la realización del proyecto. No obstante, se estima entre 30 y 60 segundos.
 - El equipo deberá disponer de los elementos necesarios para no permitir la realización de dos pruebas consecutivas hasta que haya transcurrido un determinado tiempo. Este tiempo se definirá durante la realización del proyecto. No obstante, puede estimarse en el rango 120-180 segundos.
- Micro de desconexión ante apertura de la puerta armario eléctrico.
- Seccionador de puesta a tierra de la instalación.
- Interruptor general de puesta en servicio.
- Vigilancia ausencia de fases de alimentación.
- Descarga automática de capacidad al finalizar las pruebas y entre regulaciones del disyuntor, para que el operario pueda manipular el disyuntor de forma segura.

- La puesta en marcha de la máquina sólo será posible cuando estén garantizadas las condiciones de seguridad para las personas y para la propia máquina.
- Si la parada de la máquina se produce por la actuación de un sistema de protección, la nueva puesta en marcha sólo será posible después de restablecidas las condiciones de seguridad y previo accionamiento del órgano que ordena la puesta en marcha.
- La acción mantenida sobre los órganos de puesta en marcha, no debe en ningún caso oponerse a las órdenes de parada.
- El banco contará con una baliza luminosa y acústica para señalar las indicaciones oportunas al operario.

6 ENSAYOS Y PRUEBAS

6.1 PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT)

Después de la fabricación, el banco de pruebas de disyuntores deberá ser probado y verificado por el fabricante antes de su envío para asegurar que sus características están de acuerdo con la especificación técnica.

El CONTRATISTA enviará por escrito a METRO y/o a la Asistencia Técnica un protocolo con la relación de controles, inspecciones y pruebas a realizar para la supervisión, revisión y aceptación de las pruebas FAT.

En caso de un FAT no apto, el contratista deberá solventar con anterioridad al envío las incidencias detectadas.

6.2 PRUEBAS EN PLANTA (COMMISSIONING y SAT)

Una vez finalizada la instalación del banco, el CONTRATISTA llevará a cabo una puesta en servicio (COMMISSIONING) para comprobar el correcto funcionamiento del banco de pruebas de disyuntores y el cumplimiento de las garantías establecidas en las instalaciones de Metro. En esta puesta en servicio, se comprobará la correcta instalación del banco de pruebas de disyuntores.

Una vez llevada a cabo la puesta en marcha (COMMISSIONING), se realizarán unas pruebas en Metro (SAT).

El CONTRATISTA enviará por escrito a METRO y/o a la Asistencia Técnica un protocolo con la relación de controles, inspecciones y pruebas a realizar para la supervisión, revisión y aceptación de las pruebas SAT y commissioning. El método de prueba estará de acuerdo con los procedimientos recogidos en los reglamentos, códigos y normas aplicables.

Para que el banco de pruebas pueda ser aceptado y darse por terminado, será necesario que el contratista certifique el banco de pruebas, a través de una empresa acreditada por la ENAC, según los Anexos I y II del RD 1215/1997. El contratista se hará cargo de las modificaciones que haya que realizarle al banco para cumplir con las normativas que se le apliquen, incluido el RD 1215.

7 FORMACIÓN

La formación será presencial y en castellano para administradores, usuarios, mantenedores, personal del departamento de calibración y personal del Área de Sistemas de Información. Los cursos para los diferentes perfiles deberán ser completamente diferenciados y con un carácter eminentemente práctico. Para cada asistente al curso se deberá aportar documentación adecuada y orientada al contenido de cada curso.

8 DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN

Los trabajos objeto del presente contrato se llevarán a efecto mediante la plena observancia y cumplimiento de todas las disposiciones jurídicas vigentes, actuales y futuras, que afecten a dichos trabajos, ya se trate de normas, reglamentaciones, ordenanzas, instrucciones o cualquier otro rango, y tanto tengan carácter o ámbito europeo, nacional, autonómico o local.

El banco de pruebas deberá fabricarse y certificarse en conformidad a la siguiente normativa aplicable:

- Deberá certificarse con CE y diseñarse y fabricarse de acuerdo con las siguientes Directivas:
 - Directiva Europea sobre Maquinaria 2006/42/CE, cuya transposición al derecho interno español se realiza a través del **RD 1644/2008 de Comercialización y Puesta en Servicio de las máquinas**. En caso de que el nuevo equipo se suministre a partir del 14 de enero de 2027, el reglamento de aplicación sería el

Reglamento (UE) 2023/1230, de 14 de junio de 2023, relativo a las máquinas, que sustituye a la directiva 2006/42/CE.

- En materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión, deberán ajustarse en lo dispuesto en la Directiva Europea de bajo voltaje 2014/35/UE cuya transposición al derecho interno español se realiza a través del **RD 187/2016**, de 6 de mayo, por el que se regulan ***las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.***
- En materia de compatibilidad electromagnética deberán ajustarse en lo dispuesto en la Directiva Europea sobre la Compatibilidad Electromagnética 2014/30/UE cuya transposición al derecho interno español se realiza a través del **RD 186/2016**, de 6 de mayo, por el que se regula ***la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.***
- En materia de Seguridad de las máquinas deberán ajustarse en lo dispuesto en las normas:
 - **UNE-EN ISO 12100:2012 *Seguridad de las máquinas o equivalente. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.***
 - **UNE-EN ISO 13849:2016 *Seguridad de las máquinas o equivalente. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño.***
 - **UNE-EN ISO 60204-1:2019 *Seguridad de las máquinas o equivalente. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.***
- El CONTRATISTA deberá certificar el conjunto conforme al Anexo I y II del **RD 1215/1997 *Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.*** Esta certificación correrá a cargo del CONTRATISTA y deberá realizarla una empresa acreditada por ENAC. Deberán entregarse a Metro los informes y certificados emitidos por la empresa acreditada y será responsabilidad del CONTRATISTA solventar las incidencias detectadas durante el proceso de certificación.
- Los cables eléctricos a utilizar serán de alta seguridad (siglas AS), adecuados para su instalación en locales de pública concurrencia (ITC-BT-28) según los siguientes estándares:



- Adicionalmente a la aplicación de la normativa expuesta en los puntos anteriores y diferentes reseñas a normativa realizada a lo largo de este PPT, el banco de prueba deberá estar conforme a cualquier normativa, disposición legal o reglamentaria que les fuera de aplicación.

El oferente deberá indicar cualquier diferencia existente entre este Pliego y sus códigos y normas de referencia. En caso de desacuerdo entre los requisitos citados en este Pliego y los códigos y normas aplicables, o con la reglamentación española, se aplicará el criterio más restrictivo con necesidad de comunicación por escrito a METRO.

El CONTRATISTA deberá entregar todos los certificados de cumplimiento de las normativas anteriormente especificadas en castellano. En caso de que se detecte un incumplimiento de algún punto de las normativas, el CONTRATISTA deberá modificar el banco para que cumpla con la normativa aplicable.

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 60.3 b) de la Directiva 2014/25/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 60.5 de la mencionada Directiva.

9 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Se indica a continuación, de forma no limitativa, la documentación en castellano a entregar con carácter posterior a la adjudicación.

- Especificaciones técnicas definitivas. En la especificación técnica de la máquina debe incluirse la Evaluación de Riesgos de la misma, con las inclusiones siguientes:
 - Los requisitos esenciales de seguridad y salud de aplicación a la máquina.
 - Medidas preventivas para reducir riesgos.
- Ficha técnica (información sobre voltaje, intensidades, tolerancias, etc.).
- Plano detallado del equipo.
- Manual de operación y descripción del funcionamiento.
- Instrucciones de seguridad y precauciones específicas.
- Plan de mantenimiento y de calibración. El plan de mantenimiento deberá incluir las revisiones periódicas a realizar sobre los equipos cuyo mantenimiento legal sea de obligado cumplimiento.
- Manual de instalación.
- Manual de izado y transporte del banco dentro del taller
- Procedimientos de pruebas en fábrica (FAT), y en destino final (SAT, commissioning).
- Planos del equipo y de los accesorios en 2D en formato .CAD y .pdf y 3D en formato .stp. final.
- Esquemas eléctricos y de control
- Listado de entradas y salidas (digitales y analógicas).
- Listado y especificaciones del Hardware usado en el control del banco.
- Documentación de controles, comprobaciones y verificaciones.
- Interfaces (necesidades de suministro eléctrico y descripción de aplicaciones y equipos informáticos, ...).
- Certificados de calibración de todos los componentes que apliquen.
- Documentación de mantenimiento legal de la máquina (reglamentaciones de ámbito estatal o autonómico, periodicidades, consistencias y gestiones administrativas a formalizar en cada caso).
- Esquemas de los subconjuntos mecánicos con nomenclaturas.
- Catálogos comerciales de los aparatos y equipamiento instalado en los equipos.

- Listado de herramientas especiales y útiles suministrados con el equipo.
- Documentación de software Metro de Madrid aportará unas plantillas donde el adjudicatario deberá incluir la información. Los documentos a entregar serán los siguientes:
 - Catálogo de Requisitos.
 - Documento de Análisis Funcional.
 - Manual Común de Arquitectura.
 - Documento de Diseño Técnico.
 - Manuales de Explotación de los aplicativos. Manual aplicación web y manual aplicación local.
 - Plan de Pruebas.
 - Manual de Mantenimiento del desarrollo.
 - Plan de Paso a pre-producción/producción.
- Código fuente de los software desarrollados exclusivamente para Metro.
- Licencia de uso del software para toda la vida útil del equipo. Las licencias deberán ser instaladas en el equipo, no se aceptará que la licencia esté conectada de forma permanente con soportes físicos.
- Como documentación a aportar referente al marcado CE se exigirá la entrega de la siguiente documentación:
 - Expediente Técnico del producto según exigencias incluidas en el Anexo VII parte A del RD 1644/2008.
 - Declaración de Conformidad CE emitida y firmada por el fabricante.
- Homologaciones.
- Todos los certificados necesarios para el uso del banco de pruebas.
- Certificado según el RD 1215/1997 anexo I y II, así como los informes de evaluación del organismo acreditado por ENAC donde se recoja la información de las inspecciones y análisis de riesgos del equipo, así como de los accesorios y útiles.

Conviene señalar que la entrega de documentación técnica será condición necesaria para formalizar la Recepción Definitiva.

10 REPUESTOS

El Contratista aportará una lista de los repuestos recomendados para las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo para un período de cinco (5) años. Por otro lado, el fabricante se comprometerá a mantener la disponibilidad de los repuestos por un período no inferior a 10 años.

El CONTRATISTA deberá suministrar un juego de repuestos para el mantenimiento correctivo y preventivo del banco de pruebas de disyuntores para un periodo de cinco (5) años.

Los repuestos deberán incluir una (1) unidad de Autómata con el programa cargado (más accesorios) en caso de optar por una solución basada en Autómata programable, tal y como se especifica en el apartado 5.4.3 Interfaz de E/S.

11 GARANTÍA

Periodo de garantía. El Contratista garantizará el cumplimiento de todas las características ofertadas durante un tiempo que nunca será inferior a dos (2) años. Este periodo comenzará a contarse desde la finalización satisfactoria de la recepción provisional en instalaciones de METRO DE MADRID, S.A.

ANEXO I – REQUISITOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO E INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE METRO DE MADRID

ANEXO II – ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA