

# **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

## **TRABAJOS DE SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EJES**



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

# ÍNDICE

1	OBJETO Y ALCANCE .....	2
2	RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO .....	4
3	ARQUITECTURA DEL BANCO DE PRUEBAS .....	9
3.1	APLICACIÓN DE GESTIÓN DE LA BBDD .....	11
3.2	PC LOCAL DE CONTROL+HMI. APLICACIÓN LOCAL DE CONTROL .....	14
3.3	INTERFAZ DE E/S.....	19
3.4	BANCADA ELECTROMECAÁNICA .....	20
4	CONDICIONES DE SERVICIO.....	30
4.1	OBRA CIVIL .....	30
4.2	APLICACIÓN INFORMÁTICA.....	30
5	LÍMITES DE SUMINISTRO.....	32
6	ENSAYOS Y PRUEBAS .....	32
6.1	PRUEBAS EN FÁBRICA (PROTOCOLO FAT).....	34
6.2	PRUEBAS EN PLANTA (PROTOCOLO SAT).....	34
7	REPUESTOS Y HERRAMIENTA ESPECIAL PARA MANTENIMIENTO .....	35
8	FORMACIÓN .....	36
9	DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN .....	37
10	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	39
10.1	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR PREVIA A LA RECEPCIÓN DE FABRICA (PROTOCOLO FAT – Factory Acceptance Test).....	39
10.2	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR PREVIA A LA RECEPCIÓN DEFINITIVA (PROTOCOLO SAT – Site Acceptance Test).....	40
11	INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL DE TRABAJOS.....	40
12	CONFIDENCIALIDAD .....	41
13	PERIODO DE GARANTÍA, RESOLUCIÓN DE INCIDENCIAS (TELE MANTENIMIENTO) Y PENALIZACIONES.....	41
14	PLANOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	42
15	ANEXO .....	42

# 1 OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente Pliego es definir los requisitos y características técnicas mínimas para la finalización del proyecto consistente en el **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 MEDICIÓN DE VIBRACIONES Y TEMPERATURA PARA EJES FERROVIARIOS DE LAS SERIES 2000, 3000, 5000, 6000 y 8000** a instalar en los Talleres Centrales de Metro de Madrid S.A. El banco deberá ser diseñado para ensayar los distintos tipos de ejes mencionados y considerando que podrán estar **completamente montados o a falta de algún elemento** (rodamientos, ruedas o disco de freno).

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

- El suministro, instalación y puesta en servicio, a plena satisfacción, incluyendo todas las actuaciones necesarias para la completa implantación de un banco de medición de vibraciones y temperatura para ejes motor de las series 2000, 3000, 5000, 6000 y 8000 conforme a las especificaciones técnicas descritas en el presente documento, incluyendo las que se indican en el apartado 5 Límites de Suministro del presente PPT.
- Diseño, fabricación y suministro del utillaje necesario para posicionar, acoplar, asegurar y probar los diversos ejes en el banco de pruebas. Dichos utillajes deberán disponer de número de identificación.
- Diseño, suministro, instalación y puesta en servicio del sistema de adquisición de datos de temperaturas y del sistema de acelerómetros + cableado para la adquisición de datos de vibraciones.
- El diseño, desarrollo y suministro del software descrito en el apartado 3, así como su completa integración e implantación en el banco de pruebas, en su plataforma hardware y en los sistemas informáticos de Metro de Madrid.
- Suministro e instalación de una valla o jaula perimetral de seguridad según requerimientos del apartado 3.4.6.
- Desarrollo y ejecución del proyecto de obra civil e instalaciones necesarias.
- Todo suministro, instalación y puesta en servicio de cuantos elementos de protección, señalética, sistemas, etc. sean necesarios para satisfacer todas las disposiciones en materia de seguridad y salud de las máquinas marcadas 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.

- El suministro del juego de repuestos especificados en el punto 7, entre los que se encuentran:
  - ✓ Un juego de repuestos para el mantenimiento preventivo del banco de pruebas para un periodo de cinco (5) años.
  - ✓ Una (1) unidad por cada modelo de PC Embebido y/o Autómata/PLC (más accesorios) tal y como se especifica en el punto 7.
- Pruebas en fábrica.
- Pruebas finales de recepción.
- Ejecución de inspecciones, pruebas y ensayos, pinturas y protecciones, embalajes normales y especiales.
- Disposición de los medios materiales y humanos necesarios para todas las operaciones de transporte necesarias, desde y con destino, a las dependencias de Metro de Madrid.
- Disposición de los medios materiales y humanos necesarios para la descarga de los transportes en dependencias de Metro de Madrid en emplazamiento acordado por las partes. Si se precisara de medios especiales o adicionales para realizar la descarga y/o movimiento de cargas, y/o desinstalación de instalaciones existentes en las dependencias de Metro de Madrid, éstos deberán ser aportados y operados a cuenta y responsabilidad del adjudicatario, con la excepción de aquellos medios materiales que dispusiera Metro de Madrid y opte, bajo autorización expresa, a autorizar su uso para dicho fin al adjudicatario.
- El suministro de un juego de cualquier utillaje o herramental 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. En la oferta se presentará el listado de las herramientas y equipos especiales. Se darán referencias comerciales según el punto 7.
- El suministro de los elementos y/o patrones de calibrado, si es que esta operación fuera necesaria, incluyendo para dichos elementos y/o patrones de su correspondiente certificado de calibración según requerimientos del apartado 5.10.4 Certificados de calibración de la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2005 *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración, o equivalente*.

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

- Formación. Según especificaciones del apartado 8.
- 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 10.
- La limpieza, preparación y pintado de acuerdo con los requisitos en los que prestarán servicio.
- Fijado de placas de características de los componentes más importantes del banco de pruebas en lugares visibles y accesibles. Las placas serán de material resistente a la corrosión e incluirán todos los datos y marcas requeridas por la normativa aplicable. Además, las placas deberán incluir las características específicas de cada componente.
- El acopio de materiales, fabricación, ejecución de inspecciones, pruebas y ensayos, pinturas y protecciones, embalajes normales y especiales, herramientas especiales para montaje y mantenimiento.
- Todas otras actuaciones no mencionadas anteriormente que sean necesarias para la explotación y mantenimiento del banco de pruebas por parte del personal del SMTC.

Se incluye, como documentación anexada en archivo comprimido *Anexos.zip*, los esquemas o planos dimensionales de ejes, acoplamientos, reductores, etc. necesarios para el diseño del banco de pruebas y que se enumeran en el apartado 14.

## 2 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO

1. El banco de pruebas deberá diseñarse para realizar, **de manera automatizada**, los trabajos de verificación y medición de vibraciones y temperaturas sobre la operación de rodaje de los ejes motor de las siguientes series: 2000, 3000, 5000, 6000 y 8000 que aseguren su correcto funcionamiento como parte de las tareas de revisión y mantenimiento preventivo y/o correctivo realizado sobre los mismos.

Los ejes pueden estar completos o a falta de alguno de los siguientes elementos:

- 2 rodamientos en la zona de manguetas del extremo del eje.
- 2 ruedas.
- 1 disco de freno.

Estos trabajos de verificación y medición se estructurarán como ensayos de prueba convenientemente parametrizados por cada tipo de eje. Estos ensayos de prueba se encontrarán previamente definidos y alojados en una base de datos (en adelante BBDD), debiendo ser importados por la aplicación local de control del propio banco 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 número de serie, tipo, etc...) y la emisión de informes de prueba.

2. El banco de pruebas deberá diseñarse para poder compatibilizar el rodaje de ejes motor dotados de reductor, de las siguientes series que circulan en Metro de Madrid,

- Serie 2000 con reductor Thyssen 2029.
- Serie 2000 con reductor Hurth HKHL.
- Serie 3000 con reductor Flender AKEF 234.5.
- Serie 3000 con reductor Watteeuw ABH2-567.
- Serie 5000 con reductor Berliet UPDE-6 (acoplamiento mediante transmisión cardan).
- Serie 6000 con reductor Flender AKOA 560.
- Serie 8000 con reductor Flender AKOA 565.

La relación de transmisión y el sistema de montaje de cada uno de los reductores es el siguiente:

SERIE	RELACIÓN DE TRANSMISIÓN	MONTAJE SOBRE EJE
2000 HURTH HKHL	1/6,888	árbol hueco
2000 THYSSEN 2029	1/6,888	árbol hueco
3000 Flender AKEF 234.5	1/7,418	calado sobre eje
3000 Watteeuw ABH2-567	1/7,418	calado sobre eje
5000 Berliet UPDE-6	1/6,347	calado sobre eje
6000 Flender AKOA 560	1/5,875	árbol hueco
8000 Flender AKOA 565	1/6,125	árbol hueco

El montaje de los reductores sobre el cuerpo del eje se puede hacer de dos maneras:

- Calado por interferencia sobre el cuerpo del eje. En este caso, el reductor se mueve solidariamente con el eje por el calado por interferencia sobre el propio cuerpo del eje.
- Arrastre mediante árbol hueco. En este caso, el reductor no se encuentra calado sobre el cuerpo del eje, siendo mayor el diámetro del reductor respecto al eje (existiendo una holgura entre ambos). La transmisión del movimiento entre el reductor y el eje se realiza mediante un árbol hueco, que consiste básicamente en una pieza de arrastre solidaria al eje por interferencia y una pieza de conexión entre reductor y pieza de arrastre.

Las dimensiones de las manguetas de extremo de eje con o sin rodamientos son las especificadas a continuación:

DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN (mm)	Nº PLANO
Diámetro de mangueta SIN rodamiento	110	
Diámetro de mangueta CON rodamiento	180	
Longitud de rodamiento/zona útil mangueta	142	BT2-7093

En caso de que la prueba del eje montado se realice con rodamientos sobre las manguetas, el tipo de rodamiento montado será igual o compatible con SKF CTBU BT2-7093 (ver plano en el anexo).

La siguiente tabla recoge datos de pesos, dimensiones de ruedas, ejes, discos de freno y reductores:

SERIE	peso eje (Kg)	peso rueda (kg)	diámetro rueda (mm)	peso disco (kg)	diámetro disco (mm)	peso reductor (kg)	Peso total (kg)
2000 HURTH HKHL	240	315	840	150	660	550	1.570
2000 THYSSEN 2029	260	315	840	150	660	575	1.615
3000 Flender AKEF 234.5	270	350	860	150	660	405	1.525
3000 Watteuw ABH2-567	270	350	860	150	660	405	1.525
5000 Berliert UPDE-6	270	350	860	150	660	510	1.630
6000 Flender AKOA 560	310	315	860	150	660	600	1.690
8000 Flender AKOA 565	310	315	860	150	660	600	1.690

3. El banco de pruebas deberá diseñarse para realizar las principales pruebas (o parametrizaciones) listadas a continuación sobre los conjuntos de ejes especificados anteriormente:

- Medición y registro de vibraciones mediante la instalación de acelerómetros especificada en el punto 3.4.4.
- Medición y registro de la temperatura ambiente en grados Celsius °C.
- Medición y registro de temperaturas en grados Celsius °C en los siguientes puntos del reductor:
  - Temperatura superficial del cárter.
  - Temperatura superficial en el cuello del reductor.
  - Temperatura superficial en la tapa de salida (lado 1).
  - Temperatura superficial en la tapa de salida (lado 2).
  - Temperatura del aceite del interior del cárter.
- El conjunto de mediciones y registros de vibraciones y temperaturas así especificados deberán llevarse a cabo bajo los siguientes modos de consigna de rodaje posibles:
  - **Modo manual:** el operario podrá variar la velocidad de consigna y el sentido de giro del motor.
  - **Modo automático:** En el modo automático se dispondrá de 7 programas automáticos preconfigurados según las siguientes tablas especificadas por tipo de reductor, de tal forma que seleccionando uno de ellos, y tras pulsar un botón de confirmación, se inicie y se detenga la prueba de forma automática. El funcionamiento automático se podrá interrumpir también en cualquier momento para realizar reparaciones in situ y posteriormente seguir en el punto del proceso deseado.



Serie 2000 con acoplamiento Thyssen		
R.P.M.	SENTIDO	TIEMPO (minutos)
1.500	HORARIO	10
1.500	ANTIHORARIO	10

Serie 2000 con acoplamiento Hurth		
R.P.M.	SENTIDO	TIEMPO (minutos)
1.800	HORARIO	60
3.600	HORARIO	30
3.600	ANTIHORARIO	60

Serie 3000 con acoplamiento Flender		
R.P.M.	SENTIDO	TIEMPO (minutos)
750	HORARIO	10
750	ANTIHORARIO	10
1.500	HORARIO	10
1.500	ANTIHORARIO	10
3.000	HORARIO	40
3.000	ANTIHORARIO	40

Serie 3000 con acoplamiento Watteew		
R.P.M.	SENTIDO	TIEMPO (minutos)
750	HORARIO	10
750	ANTIHORARIO	10
1.500	HORARIO	10
1.500	ANTIHORARIO	10
3.000	HORARIO	40
3.000	ANTIHORARIO	40

Serie 5000 con acoplamiento mediante transmisión cardan		
R.P.M.	SENTIDO	TIEMPO (minutos)
750	HORARIO	10
750	ANTIHORARIO	10
1.500	HORARIO	10
1.500	ANTIHORARIO	10
3.000	HORARIO	3
3.000	ANTIHORARIO	3

Serie 6000		
R.P.M.	SENTIDO	TIEMPO (minutos)
750	HORARIO	30
1.500	HORARIO	30
0	REPOSO	3
750	ANTIHORARIO	30
1.500	ANTIHORARIO	30

Serie 8000		
R.P.M.	SENTIDO	TIEMPO (minutos)
750	HORARIO	30
1.500	HORARIO	30
0	REPOSO	3

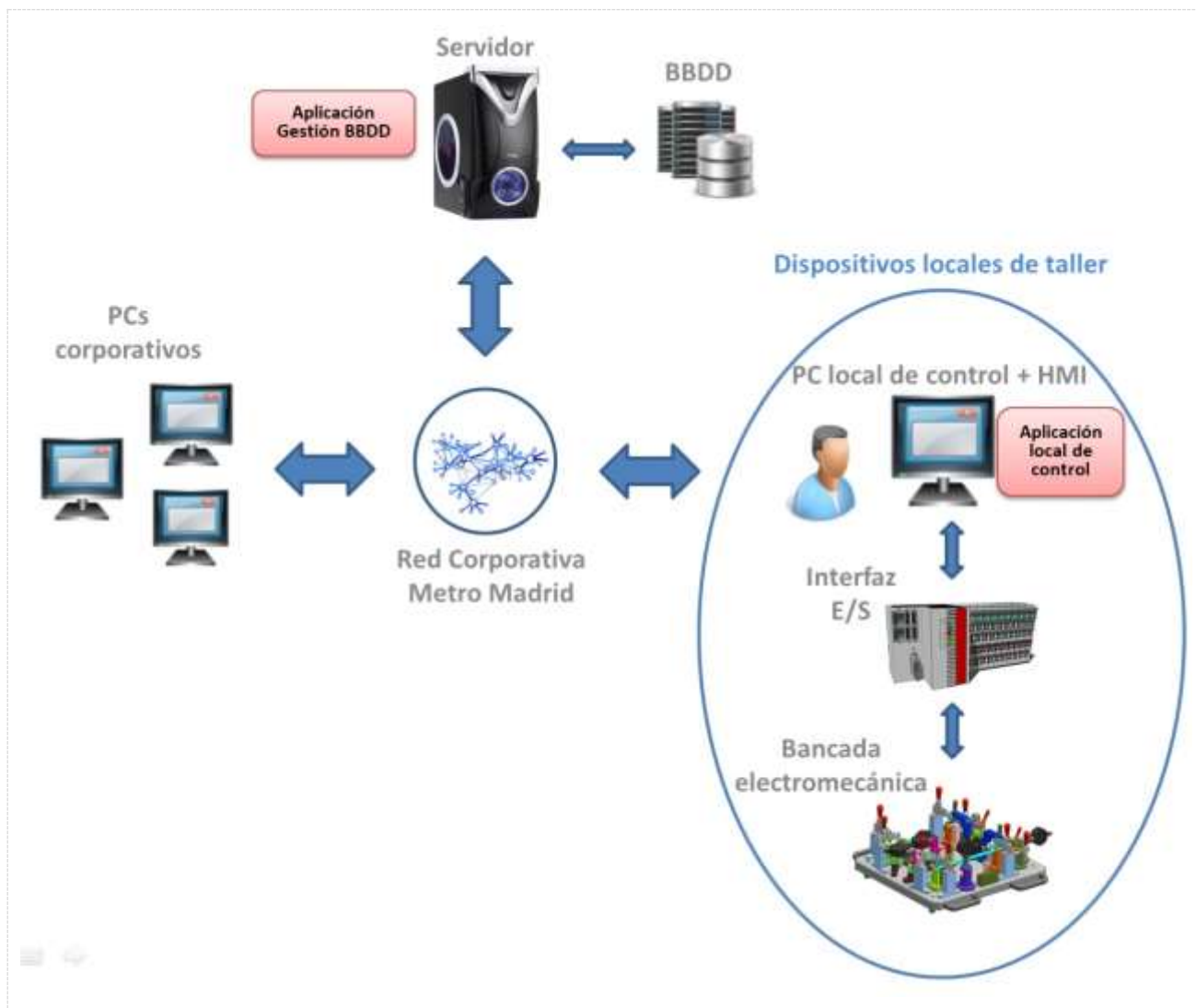
Los programas preconfigurados podrán ser modificados por el perfil administrador.

Se debe prever la posibilidad de que el usuario confeccione nuevos programas para la realización de protocolos de prueba automáticos, programar secuencias o ciclos de forma sencilla y fácil, almacenarlos y ejecutarlos posteriormente de manera que el operario sea guiado por los pasos del proceso a seguir durante la realización del ensayo, así como las comprobaciones pertinentes a realizar.

4. El banco de pruebas deberá ser lo más versátil posible a fin de minimizar los tiempos de acoplamiento de los diferentes tipos de ejes especificados anteriormente sobre el mismo y prever el acoplamiento futuro de otros tipos de ejes no existentes en la actualidad.

### 3 ARQUITECTURA DEL BANCO DE PRUEBAS

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.



- **Aplicación de Gestión de la BBDD:** Aplicación residente en servidor y accesible en modo terminal desde los PCs remotos (clientes) conectados a la red corporativa de Metro de Madrid. Esta aplicación será la encargada de la gestión de la BBDD (creación, modificación y borrado de ensayos, gestión de usuarios, almacenamiento de resultados, emisión de informes de ensayo, etc.) Los requerimientos de esta aplicación se detallan en el apartado 0.
- **Dispositivos locales de taller:**
  - **PC local + HMI:** Ordenador local sobre el que se residirá y se ejecutará una aplicación de control que proporciona al operario la información y el control (a nivel local) necesarios para que éste lleve a cabo las tareas de pruebas sobre los ejes, a través de la correspondiente interfaz gráfica de usuario o HMI de control de dicha aplicación. Los

requerimientos del PCI local + HMI y de la aplicación de control se detallan en el apartado 3.2.

- **Interfaz E/S:** parte del banco 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 Autómata/PLC/PC Embebidos de control, tarjetas de entradas/salidas digitales y analógicas, tarjetas de comunicaciones de buses industriales, etc. Los requerimientos de esta interfaz se detallan en el apartado 3.3.
- **Bancada electromecánica:** parte del banco de trabajo formada por el conjunto de elementos electromecánicos tales como sensores, actuadores, transductores, servomotores, etc. así como los elementos mecánicos asociados, como por ejemplo, los de acople de los ejes al banco de trabajo, el bastidor mecánico principal, etc. Los requerimientos de esta bancada se detallan en el apartado 3.4.

### 3.1 APLICACIÓN DE GESTIÓN DE LA BBDD

Dentro del alcance de este PPT se incluye el desarrollo e integración de una base de datos y de una aplicación de gestión de ésta BBDD, cuyos requisitos mínimos exigibles se definen a continuación.

#### Requisitos del sistema: aplicación de gestión de la BBDD.

1. Se desarrollará como una **aplicación web**, integrándose en un servidor de Metro de Madrid según **la línea base** en los ámbitos de desarrollo, sistemas, comunicaciones y seguridad actualmente existentes en Metro de Madrid, y adjuntada en el Anexo de este PPT. 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 adjudicatario de un informe justificativo y de posibles alternativas. La solución tecnológica propuesta quedará integrada dentro del sistema informático de Metro de Madrid, por lo que se deberá tener en cuenta en el análisis las relaciones de ésta 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, que podrá ser bien en entorno JAVA o en entorno .net.

2. Podrán acceder a la aplicación aquellos terminales remotos o clientes que se encuentren conectados a la red corporativa de Metro de Madrid, requiriéndose un proceso de autenticación y/o autorización, que deberá integrarse con Directorio Activo o con el LDAP OpenDJ o con Open SSO 8.0 dependiendo de la tecnología en que se base el servidor Web.
3. Existirán como mínimo dos entornos de trabajo diferenciados: desarrollo, 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 Adjudicatario o en las de Metro de Madrid. En el primer caso, será necesario desplegar el código igualmente en el entorno de desarrollo de las instalaciones de Metro de Madrid y hacer las pruebas necesarias para comprobar que en dicho entorno queda plenamente operativo para el futuro mantenimiento y evolución 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 Adjudicatario 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.

4. 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, un manual para el mantenimiento técnico del aplicativo, un manual de administrador y otro manual de operador.
5. La propiedad intelectual e industrial de todos los productos generados durante el proyecto será exclusiva de Metro de Madrid.

#### **Requisitos de acceso a la aplicación:**

1. Se permitirá tres perfiles de acceso a la aplicación de gestión de la BBDD con diferentes privilegios: Usuario, Mantenedor y Administrador. Las funcionalidades asociadas a cada perfil serán definidas por Metro de Madrid con carácter posterior a la adjudicación.
2. El acceso a la aplicación se realizará mediante usuario y clave, por lo que el sistema deberá disponer de un gestor de usuarios y claves o mediante integración en directorio activo.
3. La aplicación deberá disponer de la opción, mediante usuario y clave, de habilitar los privilegios de administrador en cualquier momento mediante una contraseña, o de cambiar de usuario.

#### **Requisitos funcionales de gestión de contenidos de la BBDD:**

1. La aplicación de gestión de la BBDD permitirá la creación y almacenamiento en la BBDD de nuevos ensayos definiendo las parametrizaciones asociadas a los mismos. Así mismo, permitirá la modificación o borrado de ensayos ya existentes.
2. Realizará el almacenamiento en la BBDD de los resultados de los ensayos de pruebas realizados a los ejes con todos los datos asociados (usuario, fecha, resultado, etc.) que permitan una perfecta trazabilidad de los mismos. Los datos concretos a registrar y almacenar en la BBDD deberán ser consensuados y aceptados por Metro de Madrid con carácter posterior a la adjudicación.
3. Realizará el almacenamiento en la BBDD de alarmas o hitos de mal funcionamiento, de forma que esta información de telediagnóstico permita al personal técnico de mantenimiento de equipos de Metro de Madrid visualizar los parámetros operativos del banco sin necesidad de desplazarse, y asesorar a los operarios que estén a pie del banco cómo resolver la incidencia. Los datos concretos a registrar y almacenar en la BBDD deberán ser consensuados y aceptados por Metro de Madrid con carácter posterior a la adjudicación.

4. La aplicación permitirá generar y descargar informes de los ensayos realizados almacenados en la BBDD en formato \*.pdf. Los modelos de estos informes, selección de datos a incorporar, gráficas, etc. deberán ser consensuados y aceptados por Metro de Madrid con carácter posterior a la adjudicación.
5. La base de datos será compatible para su consulta con las especificadas en la línea base, la exportación de datos a Excel y compatibilidad para consulta con SAP R3 respecto a todos los parámetros registrados en la BBDD (número de matrícula, números de serie, número de órdenes de trabajo, etc.)
6. La aplicación implementará un motor de búsqueda que permitirá realizar la búsqueda en la BBDD de ensayos previos mediante los parámetros de búsqueda a establecer y consensuar con Metro de Madrid con carácter posterior a la adjudicación.
7. Toda interfaz hombre-máquina deberá implementarse en idioma español.

### 3.2 PC LOCAL DE CONTROL+HMI. APLICACIÓN 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 técnicas deberán enmarcarse dentro de los requerimientos de la parte de microinformática de **la línea base** en los ámbitos de desarrollo, sistemas, comunicaciones y seguridad actualmente existentes en Metro de Madrid adjuntada en el Anexo de este PPT.

El PC quedará alojado en el interior de un armario con ruedas y protegido bajo llave.

Entre los elementos de maniobra y señalización se deberán implementar al menos los siguientes:

- Enclavamiento de llave para conmutación ON-OFF.
- Selector de gama de velocidad con rango 0-5.000 rpm.
- Selector de inversión del sentido de giro practicable tanto a motor parado como a máximas rpm (el módulo de control realizará el frenado e inversión del sentido de marcha).

- Regulador de consigna de velocidad.
- Visualizador de la velocidad de consigna en RPM.
- Visualizador simultáneo de las temperaturas de los diferentes puntos de medida (si se integra en el armario de control).
- Visualizador del consumo de corriente y tensión de alimentación.
- Visualizador de la potencia mecánica útil en el eje del motor.
- Visualizador de tiempo de prueba: En el caso de una prueba programada, indicará el tiempo transcurrido y el restante para concluir la prueba. Cuando se trate de una prueba en modo manual mostrará el tiempo transcurrido desde el inicio de la prueba. El formato de visualización será hh:mm:ss.
- Selector para desbloquear la valla de resguardo.
- Indicador de equipo en tensión.
- Indicador de fallo de equipo.
- Pulsadores de emergencia: como mínimo se instalará uno en el cuadro de maniobra y otros tres más en los lados de la valla de protección donde no se ubique el cuadro de maniobra.
- Interruptor de alimentación general.

#### **La aplicación local de control:**

1. Proporcionará al operario la información y el control a nivel local necesarios para que éste lleve a cabo las tareas de pruebas sobre los ejes, a través de la correspondiente interfaz gráfica de usuario o HMI de control de dicha aplicación.
2. Será la encargada de grabar los datos de ensayo en la BBDD.
3. Se ejecutará en modo local sobre la máquina o PC de control local suministrada por Metro de Madrid al Adjudicatario.
4. El acceso a la aplicación se realizará a nivel local, mediante usuario y clave, requiriéndose un proceso de autenticación y/o autorización, que deberá integrarse con Directorio Activo o con el LDAP OpenDJ o con Open SSO 8.0 dependiendo de la tecnología en que se base el servidor Web.



5. Permitirá tres perfiles de acceso a la aplicación de control con diferentes privilegios: Usuario, Mantenedor y Administrador cuyos roles y autenticación tomará desde el directorio activo. Las funcionalidades asociadas a cada perfil serán definidas por Metro de Madrid con carácter posterior a la adjudicación.
6. 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.
7. Existirán como mínimo dos entornos de trabajo diferenciados: desarrollo, 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 Adjudicatario o en las de Metro de Madrid. En el primer caso, será necesario desplegar el código igualmente en las instalaciones de Metro de Madrid y hacer las pruebas necesarias para comprobar que dicho entorno queda plenamente operativo para el futuro mantenimiento y evolución 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 Adjudicatario 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.

8. Deberá tener acceso a la BBDD especificada en el apartado 0 para la descarga en últimas versiones de los ensayos predefinidos por cada uno de los tipos de ejes especificados en el apartado 14, con sus parametrizaciones asociadas.
9. 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.

10. Permitirá al usuario, seleccionar 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 mediante una indicación visual y acústica.
11. Irá registrando todos los parámetros requeridos en las pruebas funcionales, entre los que se encuentran los siguientes, sin perjuicio de incluir algún aspecto adicional con carácter posterior a la adjudicación:
- Selección del tipo de reductor a ensayar.
  - Selección del tipo de ensayo (manual o automático).
  - Introducir número de operario que realiza el ensayo y número de reductor a ensayar.
  - Seleccionar si durante la prueba se percibe ruido.
  - Introducción de comentarios.
  - Fecha (recogida del sistema)
  - Hora inicio, fin y duración de la prueba (recogida del sistema)
  - Par mecánico en el arranque (media de los primeros 5 segundos, valor máximo. Se darán dos valores, uno para cada sentido de giro).
  - Tiempo transcurrido entre el arranque hasta velocidad de régimen.
  - Potencia mecánica consumida en régimen permanente (media de todo el tiempo de ciclo que esté a máximas revoluciones. Se darán dos valores, uno para cada sentido de giro)
  - Gráfica registro de temperaturas a lo largo de todo el tiempo de la prueba (con un intervalo de medida de 5 sg.)
  - Gráfica registro del protocolo de pruebas realizado (rpm/t).

12. Deberá volcar en la BBDD los resultados de los ensayos realizados sobre el eje, incluyendo los parámetros requeridos en las pruebas funcionales mencionados anteriormente y todos aquellos datos de índole identificativo (usuario, versión de ensayos predefinidos, tipo de eje, número de serie, etc.) que permita mantener con una perfecta trazabilidad los datos almacenados en la BBDD.
13. En caso de que no sea posible la conexión con la BBDD en el punto anterior, la aplicación deberá avisar de este hecho y almacenar a nivel local los datos registrados durante las pruebas y conservarlos hasta tener confirmación de que éstos hayan sido volcados satisfactoriamente en la BBDD. Se deberá disponer de un histórico de volcados satisfactorios y erróneos de los datos, con contadores de volcados satisfactorios realizados, volcados pendientes de realizar, etc.
14. Permitirá al usuario cancelar o pausar el ensayo, así como permitir la repetición de aquellas tareas que el usuario estime oportuno. La decisión última de finalizar el ensayo será del usuario de forma que, ante una tarea que no supere los estándares establecidos, pueda realizar las modificaciones necesarias y continuar, parar o repetir pruebas del ensayo.
15. Tras las pruebas aparecerá una interfaz de usuario que permitirá la selección de los datos a visualizar y la generación e impresión de un informe de ensayo en formato \*.pdf. El contenido de este informe deberá ser consensuado y aceptado por Metro de Madrid con carácter posterior a la adjudicación.
16. Dispondrá de una interfaz gráfica de usuario (HMI) en la que se mostrará, independientemente de que se esté o no realizando una prueba, los valores de los diferentes parámetros de ensayo (valores medidos, mínimos, máximos, parámetros de aceptación, etc.), incluyendo las gráficas de especificadas con anterioridad. Todas las pantallas constituyentes de esta interfaz gráfica deberán ser consensuadas y aceptadas por Metro de Madrid con carácter posterior a la adjudicación.
17. 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, tanto un manual de administrador como otro manual de operador.

18. La propiedad intelectual e industrial de todos los productos generados durante el proyecto será exclusiva de Metro de Madrid.
19. Toda interfaz hombre-máquina deberá implementarse en idioma español.

### **3.3 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 Autómata/PLC/PC Embebidos de control, tarjetas de entradas/salidas digitales y analógicas, tarjetas de comunicaciones de buses industriales, etc.

El conjunto de dispositivos constituyentes de esta interfaz deberá 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 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.

3. En el caso que se opte por una solución de control basada en **Autómata/PLC/PC Embebido programable**, éste deberá ser Siemens o equivalente, en tanto en cuanto, se trata de una tecnología ampliamente extendida en los sistemas de control de maquinaria del Taller Integral de Reparaciones (T.I.R) y por tanto facilitará así la eficacia en la absorción tecnológica del equipo en cuestión (mantenimiento y formación). Respecto a este Autómata/PLC/PC Embebido:
- Se deberá especificar en la oferta técnica el modelo del Autómata/PLC/PC Embebido 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/PLC/PC Embebido.
  - Si el Autómata/PLC/PC Embebido 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.
  - Se deberá aportar, en soporte CD-R (Compact Disc no regrabable), en relación al software asociado al Autómata/PLC/PC Embebido, 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/PLC/PC Embebido, el oferente deberá citar este aspecto de forma expresa en su oferta técnica.

### 3.4 BANCADA ELECTROMECAÁNICA

Como bancada electromecánica se entiende la parte del banco de trabajo formada por el conjunto de elementos electromecánicos tales como sensores, actuadores, transductores, servomotores, etc. así como los elementos mecánicos asociados al acople de los ejes al banco de trabajo, el bastidor mecánico principal, etc.

Los requerimientos asociados a esta bancada serán los siguientes.

### 3.4.1 RIGIDEZ DE LA BANCADA

1. Se deberá prestar especial atención a las siguientes especificaciones de **rigidez de la bancada**, como condición crítica de validez de los registros de vibraciones a capturar de los diferentes ejes a probar:
  - La función principal de este banco de pruebas es la realización de un análisis de vibraciones sobre el reductor, orientado a diagnosticar el estado de los componentes internos. Para que la información obtenida de este ensayo de vibraciones sea utilizable, es fundamental que las vibraciones medidas provengan del reductor y del eje, y no de otras zonas del banco de pruebas.
  - Por este motivo, es fundamental que la bancada no entre en resonancia con las vibraciones forzadas que genera el eje durante su rotación.
  - Dichas frecuencias forzadas son:
    - ✓ 4.1 Hz
    - ✓ 8.2 Hz
    - ✓ 18.3 Hz
    - ✓ 25.0 Hz
    - ✓ 50.0 Hz
  - El oferente deberá diseñar la bancada teniendo en cuenta que no debe tener frecuencias naturales en un rango de  $\pm 15\%$  de cada una de las frecuencias forzadas indicadas.
  - Durante las pruebas de recepción del banco, **Metro de Madrid realizará un test Run Up & Coast Down (arranque y parada)** para determinar la existencia de resonancias en la bancada mediante la obtención de espectros en cascada. En caso de detectarse resonancias en cualquiera de los rangos indicados, será responsabilidad del adjudicatario resolver dichos problemas, incurriendo en caso de demora en las penalizaciones detalladas en el PCP.

### 3.4.2 SISTEMA DE SUSTENTACIÓN MOTOR-REDUCTOR

1. Para la realización de las pruebas de rodadura, el sistema motor-reductor-eje, debe asegurar las siguientes **posiciones relativas entre elementos CON o SIN rodamientos** en las manguetas (extremo de eje):

- El eje ferroviario se situará en posición horizontal respecto al suelo. Los soportes donde se apoyen los ejes durante la prueba, no deben transmitir calor a las zonas de apoyo por rozamiento u otro fenómeno físico.
- En el caso de reductores montados con sistema de árbol hueco, la posición del reductor y el manguito de unión (pieza de conexión entre reductor y pieza de arrastre al eje) deben ser coaxiales con el eje ferroviario.
- El eje del motor y el eje de entrada al reductor (primario) se situarán en posición horizontal respecto al suelo.
- El acoplamiento del eje motor y el eje de entrada al reductor (primario) asegurará la coaxialidad de ambos. Esta condición también se debe mantener en el caso de acoplamientos elásticos (serie 3000).
- Hay que prever sistemas de apoyo anti giro (rígido) que, fijado a los puntos correspondientes de los reductores, mantenga el reductor en posición e impida que, durante la prueba en ambos sentidos, el par de reacción del conjunto se transmita a la transmisión y al motor.
- Con el objeto de fijar con seguridad la posición relativa del reductor respecto al motor, solidarizarlo con la bancada y asegurar la estanqueidad del flujo lubricante, se diseñará **una placa de respaldo** que permita la fijación de los diferentes tipos de reductores de las series 2000, 6000 y 8000. Esta placa de respaldo debe tener la suficiente rigidez para mantener la posición relativa del reductor tanto en operativa normal como en el caso de bloqueo del reductor durante la prueba. En este último caso, la placa deberá soportar todos los esfuerzos que se pudieran generar en el bloqueo.
- Cualquier fijación de la bancada con el reductor llevará incorporado un elemento elástico que atenúe la transmisión de vibración, especialmente por encima de 20 Hz.

2. El sistema o soporte empleado para sustentar los reductores de transmisión por árbol hueco o acoplamiento elástico (serie 3000 y 5000) deberá asegurar la posición relativa del motor-reductor-eje durante toda la fase de prueba.
3. Para todos los casos, las partes móviles que se diseñen de la bancada deben asegurar un perfecto enclavamiento para mantener la posición relativa motor-reductor-eje durante toda la fase de prueba en situación segura.

### 3.4.3 MOTOR DE TRACCIÓN

1. El **motor de tracción** deberá cumplir con las siguientes especificaciones:
  - **Potencia necesaria:** Debe de ser capaz de vencer la inercia de las masas móviles de los diferentes ejes-reductores a probar. Una vez alcanzada la velocidad de régimen de la prueba, el motor deberá poder mantener dicha velocidad indefinidamente, sin sobrecalentarse o sobrepasar la potencia nominal.
  - **Velocidad:** regulable entre 0 y 5.000 rpm en el eje de entrada al reductor (se considera que el eje de ruedas es el eje de salida).
  - **Rampa de aceleración:** desde velocidad 0 a régimen máximo, 30 segundos como máximo.
  - El motor también será el encargado de reducir la velocidad del sistema (frenado) cuando así lo requiera la prueba.
  - El motor debe poder girar en ambos sentidos.
2. Con el objeto de solidarizar el eje motor con el eje de entrada del reductor, se incluirán **útiles para el acoplamiento motor-reductor** compatibles con los tipos enumerados en el apartado 14. En lo relativo a estos útiles:
  - Se evitará en el diseño de los útiles el empleo de mecanismos con engranajes, si se empleasen, la relación de transmisión debe ser 1:1, y cada rueda no deberá tener menos de 11 dientes ni más de 17.
  - El acoplamiento no podrá incluir poleas, correas y/o cadenas.
  - La fijación de los útiles de acoplamiento al eje motor debe ser robusta, minimizando desequilibrio, desalineación y holguras, y de fácil desmontaje para facilitar el intercambio de útiles para pruebas en diferentes tipos de reductores.



- El diseño de utillaje de acoplamiento ofertado no puede tener como solución final la modificación de ningún elemento del eje montado.
- Metro de Madrid pondrá a disposición del adjudicatario la siguiente lista de piezas de los acoplamientos de las series 2000, 5000, 6000 y 8000. En ningún caso estas piezas constituyen el acoplamiento completo. A la vista de estas piezas, el oferente las podrá incluir (incluso modificándolas) para el diseño de los diferentes acoplamientos incluidos en su oferta.

SERIE	DENOMINACIÓN	Nº PLANO
2000	acoplamiento completo lado motor	36769
	acoplamiento dentado lado motor	36949
	anillo aceite lado motor	36948
	anillo de junta lado motor	32327
	extremo nervado de eje rotor	-
5000	transmisión cardan	73535
	brida acoplamiento lado motor	27955
	extremo nervado de eje rotor	-
6000/8000	plato acoplamiento lado motor	-
	acoplamiento elástico rotex-100	-

3. Todos los dispositivos sometidos a giro estarán equilibrados con un grado igual o mejor a: Q 6,3.
4. Existen series de materiales que, aun siendo diferente la configuración tanto de reductores como de motores, tienen en común elementos y cotas de control del acoplamiento motor-reductor. En el anexo de planos, además de estos, figura una relación de los que son compatibles entre las diferentes series.

#### 3.4.4 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE VIBRACIÓN

1. Dependiendo del tipo de reductor, se han definido unos puntos para la toma de medidas de vibración. En cada punto de medida se acoplará un acelerómetro mediante base magnética para superficies curvas. Cada acelerómetro irá conectado a una caja de conexiones mediante un cable coaxial RG 58 apantallado.

2. Cada cable irá identificado con el código del punto de medida predefinido.
3. Para evitar que los cables puedan entrar en contacto con partes móviles del eje-reductor, se pueden canalizar en forma de manguera, dejando un extremo libre para alcanzar el punto de medida. La longitud de la parte libre será de 1 metro.
4. Se suministrará un soporte colgador para recoger los cables/mangueras durante los periodos en los que el banco no esté operando. Este soporte no debe dañar las camisas o mangueras por cizalladura y debe asegurar que los acelerómetros no permanezcan suspendidos por gravedad del extremo de los cables, para esto último, se puede optar como solución por una placa magnética xerografiada con la nomenclatura de cada uno de los acelerómetros conectados a las mangueras.
5. A la caja de conexiones, se acoplará mediante un conector BNC un colector/registrador de datos de la marca CSI, modelo 2130 (el colector/registrador está excluido del alcance de este PPT).
6. La caja de conexiones mediante un conmutador o selector de canal, conectará cada uno de los acelerómetros con el colector de datos.
7. Cada que vez que se seleccione un canal en la caja de conexiones, se mostrará un testigo luminoso junto a un texto (placa) identificativo con el código del punto de medida seleccionado.
8. Si la caja de conexiones requiriese alimentación eléctrica o mediante pilas/batería, dispondrá de conmutador ON/OFF.
9. La caja de conexiones se situará de tal forma que sea accesible desde fuera del vallado perimetral de seguridad y estará puesta a tierra.
10. La siguiente imagen muestra un ejemplo de caja de conexiones:



PARTE DELANTERA



PARTE TRASERA

11. El alcance del sistema de monitorización de vibraciones comprende:

- Suministro de acelerómetros e imanes de fijación para superficies curvas (bipolares).
- Construcción, suministro e instalación de mangueras de cableado con conectores de acelerómetros.
- Suministro e instalación de soporte colgador para mangueras.
- Suministro e instalación de soporte para almacenamiento de acelerómetros.
- Construcción, suministro e instalación de caja de conexiones.
- Construcción, suministro e instalación de pupitre (puede ser escamoteable) para soporte del colector de datos cuando esté conectado a la caja de conexiones.

12. Se suministrarán 25 Unidades de acelerómetro ICP (Integrated Circuit Piezoelectric):

- 10 acelerómetros acodados modelo IMI607A01.
- 15 acelerómetros rectos modelo IMI601A01.
- Todos son acelerómetros de baja frecuencia y bajo ruido.
- Sensibilidad nominal 100 mV/g.
- Rango de medida: +/- 50g.
- Rango frecuencia (+/- 3dB): 0,27Hz – 10KHz.
- Conector de salida MS-2pin compatible con conector AMPHEROL 97-3106A-10SL-4S.

13. Se Suministrarán 25 Unidades de bases magnéticas para superficies curvas con fuerza de amarre de al menos 120 N y con sistema de fijación compatible con el acelerómetro ofertado.

14. Respecto a los cables de conexión se deberá realizar con cable coaxial RG58 apantallado, de manera que:

- En el extremo lado acelerómetro, conector de aluminio de 2 pines MS.
- En el extremo lado caja conexiones, compatible con el conector ofertado con la caja.
- Las mangueras y los cables irán identificados con el código del punto de medida predefinido según la siguiente tabla:

	MANGUERA Nº 1									MANGUERA Nº 2						MANGUERA Nº 3				
IDENTIFICACIÓN	1H	1V	1A	2H	2V	2A	3H	3V	3A	4H	4V	4A	5H	5V	5A	6H	6V	6A	7H	7V

- La atenuación total de la señal medida entre el acelerómetro y el colector de datos será inferior a 0,5 dB. Este requisito se comprobará durante la recepción del equipo.

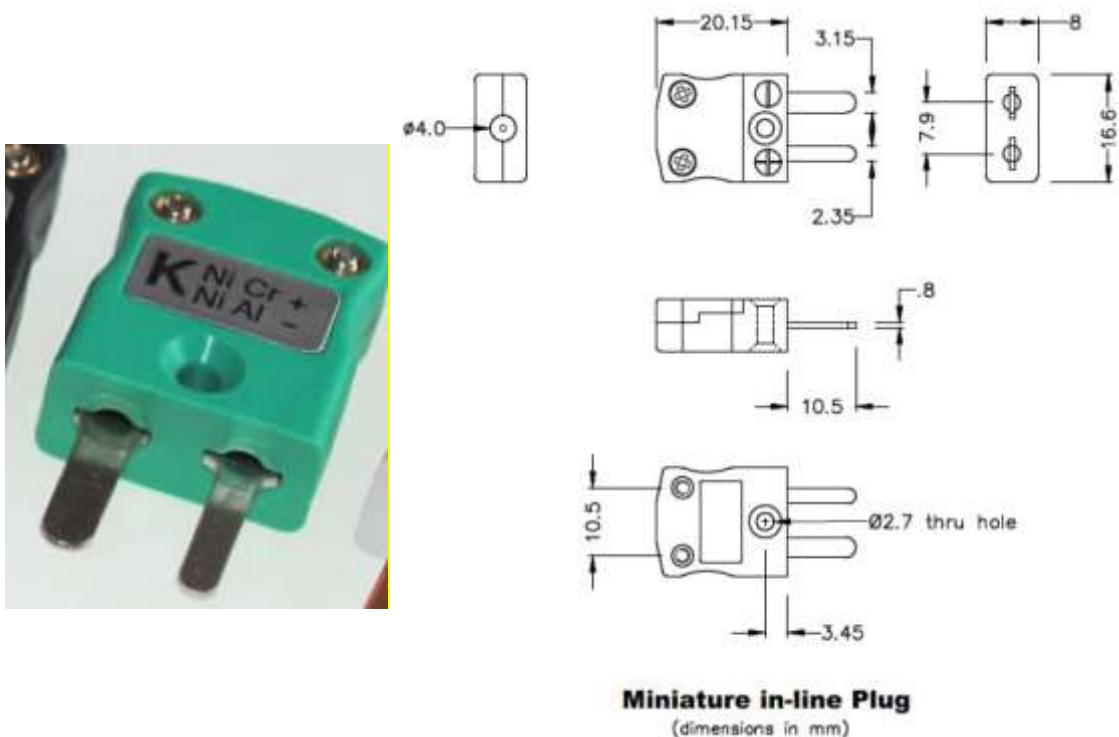
15. La caja de conexiones del sistema de toma de datos de vibraciones será accesible desde el exterior de la jaula especificada en el punto 3.4.6, junto al armario de maniobra y próximo al pulsador de paro de emergencia.

### 3.4.5 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE TEMPERATURA

1. Se precisa la monitorización de temperatura del reductor durante la realización de las pruebas. Una de las medidas debe realizarse en el interior del cárter mediante sondas de temperatura acopladas de forma estanca en los tapones del cárter. El alcance comprende:

- Diseño, construcción, suministro e instalación de un sistema de monitorización y visualización de la temperatura.
- Fácil montaje/desmontaje de las sondas sobre el reductor (por ejemplo, fijación magnética excepto la sonda para la temperatura del aceite).

- La longitud y tirada del cableado debe evitar que las sondas entren en contacto con partes móviles del sistema eje-reductor.
- Metro de Madrid facilitará los tapones de vaciado del reductor. Estos tapones tendrán adaptada una sonda de temperatura de las siguientes características:
  - ✓ Termopar tipo K, según norma IEC 584. longitud de cable 2 metros aproximadamente.
  - ✓ Conector macho para termopar tipo K, con las siguientes características,



2. El visualizador del sistema de monitorización de temperatura, será visible y legible desde fuera de la jaula especificada en el punto 3.4.6.

### 3.4.6 VALLA PERIMETRAL O JAULA DE SEGURIDAD

1. El banco ofertado incluirá el suministro e instalación de una valla o jaula perimetral de seguridad que rodeará el perímetro de la bancada, siendo practicable por su parte superior para el posicionamiento y liberación de los ejes sobre el banco de pruebas mediante puentes grúa.

2. Esta valla perimetral deberá cumplir con los requerimientos esenciales de seguridad y salud establecidos 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.
3. El armario de maniobra será accesible desde el exterior de la jaula.
4. La jaula será practicable a través de una puerta. Esta puerta deberá contar con un micro de seguridad de tal forma que no permita el inicio de la prueba si la puerta está abierta, y que en caso de apertura intempestiva de la puerta interrumpa la prueba en curso.
5. Se deberá aplicar una pintura en RAL 1003 (amarillo de señalización).
6. Tendrá una altura mínima de 1.800 mm y una máxima de 2.000 mm desde el suelo.

#### 3.4.7 OTROS ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

1. La bancada estará dotada de un sistema para la recogida de eventuales derrames de aceite durante la prueba cuya capacidad mínima será de 20 litros, encontrándose dotado de un sistema de drenaje y de fácil limpieza.
2. El banco de pruebas en su conjunto deberá ocupar una planta de 4 x 5 metros. En esta área se deben situar todos los elementos y sistemas que integran el banco de ensayos.
3. Con carácter general, ningún elemento del banco de pruebas puede superar una altura sobre el nivel del suelo de 2.000 mm.
4. El banco de pruebas estará provisto de **varios dispositivos de parada de emergencia** claramente visibles, identificables y rápidamente accesibles, por medio de los cuales se deban evitar situaciones peligrosas que puedan producirse de forma inminente o que se estén produciendo. Dichos dispositivos deberán provocar la parada del proceso peligroso en el menor tiempo posible, sin crear nuevos riesgos. Dicho tiempo de parada por accionamiento de los dispositivos de parada de emergencia deberá ser muy inferior al tiempo de parada operativa o parada normal.

## 4 CONDICIONES DE SERVICIO

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

- Situación: Nave de Talleres Centrales 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 operara 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.
- Suministro neumático disponible: Instalación general de Talleres Centrales, entre 5 y 7,5 bar

### 4.1 OBRA CIVIL

El desarrollo y ejecución del proyecto de obra civil necesaria entrará en los alcances del presente Pliego de Prescripciones Técnicas, cuyos costes íntegros correrán plenamente a cargo del adjudicatario. Será responsabilidad del adjudicatario la ejecución de cualquier actuación no contemplada en el proyecto entregado con la oferta.

Adicionalmente a lo anterior, será competencia del Adjudicatario y entrará dentro del alcance del Contrato:

- Cualquier otra actuación complementaria, que sea necesaria para el funcionamiento de las máquinas.
- Acondicionamiento de las redes de suministro existentes.
- Las adecuaciones de las instalaciones a que hubiera lugar (relleno, pinturas, etc.), como consecuencia de la realización de las anteriores actuaciones.

### 4.2 APLICACIÓN INFORMÁTICA

En relación al desarrollo de la solución informática descrita en el alcance del presente Pliego de Prescripciones Técnicas será responsabilidad del adjudicatario la ejecución de cualquier

desarrollo no contemplado en el proyecto entregado con la oferta. El adjudicatario deberá cumplir con lo siguiente:

- Es necesario que describa la funcionalidad y arquitectura de la aplicación propuesta justificando el motivo del planteamiento.
- 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).
- La solución de software debe instalarse e integrarse en los distintos entornos de test (desarrollo y pre-producción) de Metro de Madrid y realizar las pruebas de usuario necesarias (descritas en el Plan de Pruebas) antes de su implantación en el sistema productivo.
- El adjudicatario deberá hacer entrega del código fuente de los desarrollos realizados y los productos descritos en el apartado 10 del presente Pliego, utilizando las plantillas de documentación de Metro y completando apartados correspondientes.
- Sólo en el caso de la aplicación de control local del banco, y como alternativa a la entrega del código fuente, Metro de Madrid admitirá como alternativa una garantía de depósito ante notario o agente escrow del código fuente definitivo (incluyendo aquellas modificaciones del mismo en el periodo de garantía de la misma, y con carácter posterior a ésta), de tal forma que Metro de Madrid pueda recuperar dicho código fuente en caso de desaparición o liquidación de la empresa contratista. Esta alternativa no aplicará a la parte del código fuente de la aplicación de control local que tenga que ver con su integración con el aplicativo de gestión de la BBDD debiéndose hacer entrega del código fuente de dicha parte.
- En el apartado 15 se incluye la 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.**

**Todos estos apartados deben concretarse en la oferta técnica.**



## 5 LÍMITES DE SUMINISTRO

El banco fabricado se instalará en las dependencias de los Talleres Centrales de Metro de Madrid, situado en la calle Néctar 44 de Madrid.

A disposición del ADJUDICATARIO se situarán, en puntos cercanos a la ubicación de la máquina, a no más de 50 metros, las tomas para la acometida eléctrica, neumática y de red necesarias para su funcionamiento.

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

- Todas las instalaciones, obras y actuaciones complementarias que se necesiten desde los puntos de suministro (bornes de conexión en cuadros eléctricos, conexión a la red neumática del T.I.R., etc.), incluyendo mangueras neumáticas y cableados y protecciones eléctricas de cabecera en el cuadro de fuerza y locales en el propio banco de pruebas. Dichas protecciones deberán ser validadas previamente por Metro de Madrid para su instalación.
- Cualquier obra civil necesaria para la instalación del banco, incluidos los anclajes necesarios para la fijación de éste y la instalación de los mismos, así como las canalizaciones eléctricas (o de otro tipo) por conducción subterránea.
- Las adecuaciones de las instalaciones a que hubiera lugar (relleno, pinturas, tapado de canalizaciones, etc.), como consecuencia de la realización de las anteriores actuaciones.
- Cualquier otra actuación complementaria, que sea necesaria para el funcionamiento de las máquinas.
- Metro de Madrid pone a disposición de los oferentes el poder realizar una visita a las instalaciones del T.I.R. de Canillejas para analizar la situación y ubicación prevista del banco de ensayos.

## 6 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 fábrica y en instalaciones de Metro de Madrid (protocolos FAT y SAT) 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 adjudicatario y aprobados previamente por Metro de Madrid.
- Se deberá proceder a entregar los certificados de los equipos y/o instalaciones realizadas, así como los correspondientes planes de mantenimiento y las posibles modificaciones sobre los existentes, teniendo siempre en cuenta el mantenimiento legal del equipo.
- Metro de Madrid tendrá libre acceso a los talleres del fabricante para comprobar la marcha de los trabajos y presenciar o efectuar las inspecciones que considere oportunas de acuerdo con el plan de trabajos durante la fase de ejecución del suministro. En el plan de trabajos se indicarán los puntos de inspección PPI.
- El ADJUDICATARIO 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 adjudicatario 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.
- Metro Madrid, a la vista del proyecto de obra y del plan de trabajo, podrá indicar franjas horarias y días para la realización de los trabajos, así como la adopción de medidas que el Adjudicatario deberá implementar para controlar la emisión de ruidos, fluidos o polvo

en suspensión que pudieran afectar el normal funcionamiento de las secciones productivas del T.I.R.

## **6.1 PRUEBAS EN FÁBRICA (PROTOCOLO FAT)**

Entre las inspecciones y exámenes a realizar en fábrica, y que Metro de Madrid podrá exigir en cualquier momento, se destacan las siguientes:

- Certificados de calidad de materiales.
- Control dimensional de los componentes.
- Control de soldaduras.
- Comprobación del cableado, conexionado y correcto funcionamiento de los equipos eléctricos.
- Pruebas de resistencia, aislamiento y rigidez dieléctrica.
- Control y certificación de estanqueidad de circuitos.
- Control y certificación de emisión de ruidos.
- Control y certificación de producción de vibraciones.
- Control de todas las funcionalidades del sistema.

## **6.2 PRUEBAS EN PLANTA (PROTOCOLO SAT)**

Una vez finalizado el montaje y la fase de puesta en marcha de la máquina en las instalaciones de los Talleres Centrales, se efectuarán las pruebas pertinentes para comprobar su correcto funcionamiento y el cumplimiento de las garantías establecidas. 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 ADJUDICATARIO y Metro de Madrid.

El ADJUDICATARIO 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.

## 7 REPUESTOS Y HERRAMIENTA ESPECIAL PARA MANTENIMIENTO

En la oferta técnica se presentará una lista de repuestos que serán parte del alcance del suministro y que incluirá:

- Un (1) juego de repuestos necesarios para el funcionamiento y mantenimiento preventivo del banco de medición para un periodo de cinco (5) años. Los repuestos incluidos en esta lista serán parte del alcance del suministro. Se detallarán sus referencias comerciales y precios para estos componentes y para cualquier otro de la bancada.
- Herramientas y/o útiles especiales para montaje y mantenimiento necesarias.
- El suministro de los elementos y/o patrones de calibrado si es que esta operación fuera necesaria, incluyendo para dichos elementos y/o patrones de su correspondiente certificado de calibración según requerimientos del apartado 5.10.4 Certificados de calibración de la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2005, o equivalente, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.
- Una (1) unidad de PC embebido o Autómata/PLC junto con sus componentes asociados (tarjetas de entradas/salidas, comunicaciones, etc.). En caso de optar por una solución basada en más de un modelo diferente de PC embebido o Autómata/PLC, se deberá incluir una unidad de cada tipo dentro del alcance del suministro.

Además del listado anterior, y excluyéndolo del alcance del suministro, el adjudicatario presentará un listado con referencias comerciales y especificaciones, de cuantos elementos compongan el sistema, tanto de los componentes mecánicos, como de los eléctricos, electrónicos y software asociados.

Del conjunto de estos repuestos que forman parte del alcance, se detallarán sus referencias comerciales. Sólo se incluirán los precios de estos repuestos junto con el Anexo I del Pliego de Condiciones Particulares, **en ningún caso se incluirán los precios unitarios como parte de la oferta técnica.**

El adjudicatario suministrará las herramientas especiales y equipo necesario para el montaje, desmontaje, mantenimiento, revisiones y reparaciones de cualquiera de los equipos o componentes de su suministro. Dentro de este suministro se engloba toda herramienta software y hardware que el fabricante tuviera disponible para la visualización de registros de

históricos, contadores de horas de servicio, parametrizaciones, averías, que permitan un óptimo mantenimiento preventivo y correctivo de la misma. De esta manera dotará a Metro de Madrid de una total independencia y de la disposición total de medios que le permitan llevar a cabo, con recursos internos, los procedimientos (o gamas) de mantenimiento preventivo marcados por el fabricante, así como su mantenimiento correctivo. En cuanto a estas herramientas software, no se aceptará el establecimiento de obligaciones futuras de pago por parte de Metro de Madrid para poder seguir utilizándolas con total funcionalidad.

## 8 FORMACIÓN

El Licitador deberá exponer claramente en su Oferta los cursos de formación que estima conveniente impartir a todos los grupos de usuarios, mediante una propuesta de plan de formación 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, en castellano. En este plan se contemplarán al menos los siguientes aspectos:

- **La duración de cada curso será la necesaria en función de los contenidos que el oferente estime necesarios.**
- **Cursos para el perfil de administrador:** Se incluirá la impartición de dos (2) cursos de formación para personal de operación en el turno de la mañana (lunes a viernes de 7:00 a 14:00). Los cursos serán eminentemente prácticos, con el temario a consensuar con Metro de Madrid. Cada curso estará preparado para tres (3) personas, haciendo un total de 6 personas, con un mínimo de duración de 6 horas por curso.
- **Cursos para personal de operación:** Se incluirá la impartición de dos (2) cursos de formación para personal de operación en el turno de la mañana (lunes a viernes de 7:00 a 14:00). Los cursos serán eminentemente prácticos, con el temario a consensuar con Metro de Madrid. Cada curso estará preparado para cinco (5) personas, haciendo un total de 10 personas, con un mínimo de duración de 4 horas por curso. Dentro del temario, se deberá incluir con carácter mínimo los siguientes puntos: manejo general del banco, posicionamiento de ejes, montaje/desmontaje de utillaje de acoplamiento y enclavamiento de partes móviles. Creación y modificación de programas.

- **Cursos para personal de mantenimiento y calibración:** Se incluirá la impartición de otros cuatro (4) cursos para el personal de mantenimiento; dos (2) por la mañana y dos (2) por la tarde (lunes a viernes de 7:00 a 14:00 y de 15:00 a 22:00). También serán eminentemente prácticos, con temario consensuado. Cada curso de mañana estará preparado para cuatro (4) personas y para tres (3) personas en turno de tarde, lo que hace un total de 14 personas. **Entre los contenidos a incluir en esta parte, se encontrará la realización práctica de la carga de software (de sistema y aplicación) sobre el Autómata/PLC o PC embebido suministrado como repuesto, partiendo de su estado de configuración inicial de fábrica, y su prueba integral sobre el banco de pruebas suministrado (de manera que se comprobará que es totalmente intercambiable con el otro Autómata/PLC o PC embebido suministrado).**
- Un curso para personal del Área de Sistemas de Información que contemplará la formación técnica sobre el diseño, operación y mantenimiento de las aplicaciones desarrolladas, con seis (6) asistentes al mismo.

El ADJUDICATARIO entregará, con una antelación mínima de 15 días a la ejecución de los cursos de formación, la documentación precisa para la realización de los mismos.

Al finalizar los cursos de formación, el suministrador emitirá un documento individualizado (diploma o certificado) y colectivo que certifique su realización y asistencia al mismo.

## 9 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:

- Cumplirá fielmente las disposiciones de la 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 materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión, deberán ajustarse en lo dispuesto en la Directiva Europea 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 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 la norma **UNE-EN ISO 12100:2012 Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo, o equivalente**.
- 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 ser conforme respecto 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 de Madrid.

## 10 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

### 10.1 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR PREVIA A LA RECEPCIÓN DE FABRICA (PROTOCOLO FAT – Factory Acceptance Test)

Como condición indispensable para formalizar las pruebas de recepción de fábrica del equipamiento, pruebas FAT, el adjudicatario entregará previamente, con una antelación mínima de **quince (15) días** a la fecha prevista para formalizar la recepción, un dossier de documentación (en castellano) en formato electrónico y 2 copias en formato papel incluyendo:

- Diagramas de estados y diagramas de flujos representando los procesos de funcionamiento y seguridades de la bancada.
- Documentación de controles, comprobaciones y verificaciones.
- Documentación de protocolos de prueba FAT a realizar.
- Plan de formación.
- Manual de instalación, montaje y puesta en servicio.
- Manual de operación y mantenimiento (preventivo y correctivo).
- Manual de calibrado y plan de periodicidad de calibración.
- Instrucciones de seguridad y precauciones específicas.
- Planos de detalle y fabricación de conjuntos y subconjuntos con nomenclaturas.
- Esquemas eléctricos detallados, tanto de potencia como de control.
- Certificaciones que se emitirán durante la fabricación (Marcado CE, grados de protección IP según UNE 20324, o equivalentes etc.)
- 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, tanto del banco en conjunto como de los subsistemas que lo integran.
  - Listado definitivo con referencias comerciales y especificaciones de cuantos elementos compongan el sistema, tanto de los componentes mecánicos, como de los eléctricos, electrónicos y software asociados, indicando para cada uno de ellos plazos de entrega estimado. Respecto a las piezas no comerciales, se deberá hacer entrega de los planos con perfecto detalle de éstas (indicándose materiales con las que se encuentran fabricadas, etc.)



- En lo referente al software de sistema y aplicaciones específicamente desarrolladas para este proyecto, se hará entrega en soporte informático de los archivos compilados y de código fuente, aplicaciones de carga, compilación, licencias software, etc.; de manera que Metro de Madrid pueda usar y mantener la bancada de medición y su equipamiento tras la salida de garantía de forma autónoma y sin dependencias externas.
- Documentación necesaria para poder operar y mantener las aplicaciones informáticas. Dicha documentación abarcará aspectos como catálogo de requisitos, plan de pruebas, análisis y diseño de la solución, arquitectura, perfiles, explotación y mantenimiento, manual de usuario detallado, manual para el mantenimiento técnico del aplicativo, un manual de administrador, otro manual de operador y documentación de plan de paso a producción.

## **10.2 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR PREVIA A LA RECEPCIÓN DEFINITIVA (PROTOCOLO SAT – Site Acceptance Test)**

El ADJUDICATARIO entregará, en un plazo máximo de quince días anterior a las pruebas de aceptación SAT la correspondiente propuesta de protocolo SAT a pasar a la máquina en las instalaciones de Metro de Madrid.

Se entregarán 3 copias del Dossier en soporte papel debidamente encuadernado y en soporte digital (CD-R, Compact disc no regrabable).

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

## **11 INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL DE TRABAJOS**

Metro de Madrid, a través de la persona en quien éste delegue, tendrá en todo momento libre acceso al lugar donde se realizan los trabajos por el ADJUDICATARIO, para inspeccionar la marcha de los mismos, así como para recoger datos con vistas al cumplimiento del Contrato.

La Empresa ADJUDICATARIA deberá disponer de los medios necesarios para llevar a cabo un control y vigilancia de los trabajos realizados por los distintos equipos, tanto en lo que se refiere

a los aspectos puramente técnicos como en los de Seguridad y Prevención Laboral, cumpliendo en este punto, con la Legislación Vigente al respecto.

Con independencia de las obligaciones y responsabilidades adquiridas por el ADJUDICATARIO en el control y vigilancia de los trabajos, deberá éste, en todo momento, observar las indicaciones formuladas por el personal de Metro de Madrid quienes podrán modificar, retrasar o paralizar determinadas actuaciones.

## **12 CONFIDENCIALIDAD**

Toda la información y documentación que Metro de Madrid ponga a disposición del ADJUDICATARIO, en el marco de la ejecución del proyecto objeto de este Pliego será considerada como confidencial, así como, aquella información a la que pudiera tener acceso el ADJUDICATARIO, en el cumplimiento de sus obligaciones contractuales según lo especificado en la condición 18 del Pliego de Condiciones Particulares. El adjudicatario está obligado además a:

- Garantizar la seguridad y la confidencialidad de la información y documentación entregada, así como, de cualquier otra a la que se pudiese tener acceso por motivo de las tareas del proyecto.
- Custodia de la documentación e información entregada u obtenida garantizando, en todo momento, su seguridad.
- Garantizar que la información y documentación entregada u obtenida se utilizará únicamente en el marco de la ejecución del proyecto, comprometiéndose a no cederla, mostrarla, ni transferirla por medio alguno.
- Adopción de todas las medidas necesarias que aseguren la integridad de los datos accedidos.

## **13 PERIODO DE GARANTÍA, RESOLUCIÓN DE INCIDENCIAS (TELE MANTENIMIENTO) Y PENALIZACIONES.**

El plazo de garantía será de dos (2) años. Este periodo comenzará a contarse desde la finalización satisfactoria de las pruebas de recepción en las instalaciones de Metro de Madrid.

La garantía cubrirá el buen funcionamiento global de la maquinaria e instalaciones incluyendo el cumplimiento de las prestaciones técnicas ofertadas, a excepción de aquellos daños

motivados por mal uso (que habrá que documentar fehacientemente) o por causas de fuerza mayor (terremotos, atentados, etc.)

Durante el período de garantía se repararán a costa del contratista (mano de obra, materiales, desplazamientos, estancias, medios auxiliares, etc.) cuantos daños afecten al normal funcionamiento del sistema, en todos sus aspectos mecánicos, eléctricos o de otra índole.

El personal necesario del suministrador se personará en las instalaciones de Metro de Madrid para la reparación en un plazo máximo de 48 horas, desde el aviso fehaciente de la incidencia, para lo cual se indicará en la oferta el teléfono, telefax o dirección e-mail del Servicio Post Venta.

## **14 PLANOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

Como parte de la documentación anexada a este proceso se incluye un archivo comprimido “Anexo.zip” que contiene el siguiente listado de documentos de referencia:

- Relación planos de la serie 2000 (THYSSEN / HURTH)
- Serie 2000 variante reductor THYSSEN 2029
- Serie 2000 variante reductor HURTH HKHL
- Serie 3000 variante reductor FLENDER
- Serie 3000 variante reductor WATTEEUW
- Serie 5000 reductor BERLIERT UPDE-6
- Serie 6000 y 8000 reductor FLENDER AKOA 560 y 565
- Rodamiento compacto CTBU

## **15 ANEXO**

En este apartado se incluye la 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.**

### **LÍNEA BASE DE LA CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO TECNOLÓGICO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE METRO DE MADRID (v1.11)**

### **Entorno de desarrollo en ERP corporativo:**

- SAP ERP 6.0 EHP4 con tres entornos diferenciados: desarrollo, producción y preproducción
- Lenguaje de Programación en entorno SAP ABAP 4
- mySAP BI 7.0
- mySAP SRM 7.0 + cProjects 5.0
- SAP Solution Manager 7.02

### **Entorno de desarrollo JEE-SOA:**

- Servidores:
  - SAP WAS JAVA 7.0
  - SAP NetWeaver Portal sobre SAP WAS 7.0 (JAVA)
  - Oracle WebLogic Server 10.0/12c
  - Oracle SOA Suite:
    - Oracle Service Bus 12c
    - Oracle Business Process Management 10gR3
  - JBoss EAP 7
- IDEs de desarrollo:
  - SAP Netweaver Developer Studio para desarrollo Java
  - BEA WorkSpace Studio 1.1
  - Eclipse 3.x
- Plataforma de integración continua SAP Java:
  - SAP NWDI (Netweaver Development Infrastructure)
- Plataforma de integración continua JEE:
  - SubVersion
  - GIT
  - Jenkins
  - Nexus
  - Sonar
  - Sventon
  - Xwiki

Todas las aplicaciones desarrolladas sobre estos entornos deben contemplar la posibilidad de ofrecer y correr en alta disponibilidad (cluster y balanceadores), aprovechando al máximo la infraestructura existente en Metro de Madrid

**Entorno de desarrollo en aplicaciones Cliente/Servidor:**

- PowerBuilder 7.03-8.x/PowerBuilder 11.5 (WinXP)/PowerBuilder 12.x (W7)
- Sun Studio (Compiladores de C, C++)
- DEVELOPPER 2000 6.0
- Visual Studio versiones 6.0 / 2005 / 2008

**Entorno de diseño y desarrollo web:**

- Macromedia Studio
- Microsoft Frontpage 2003
- Adobe Photoshop 6.0
- Dreamweaver CS4
- Angular

**Desarrollo de soluciones basadas en movilidad:**

- Entorno de desarrollo con *Microsoft eMBEDDED VISUAL TOOLS*.
- Entorno de pruebas con *Microsoft Windows Platform SDK for Windows Mobil*
- Herramienta de sincronización, *Microsoft ActiveSync (WinXP) / Centro de Sincronización – Centro de dispositivos de Windows Mobile (W7)*
- Dispositivo móvil *PDA con bluetooth y WLAN*
- Sistema Operativo Microsoft Pocket PC 2003, *Microsoft Windows Mobile 6.5 y Windows Phone 7*
- Comunicaciones móviles con GPRS, bluetooth y UMTS (3G y 3.5G)
- Plataforma de movilidad SAP Mobile Engine con herramienta de desarrollo Eclipse + SAP MDK
- Xcode para desarrollo de app nativas IOS.
- Android Studio para desarrollo de app nativas Android.

#### **Entorno de desarrollo ILOG (IBM):**

- ILOG Server 5.3 (aplicativo GDL-TR)
- ILOG Views 5.1 (aplicativo GDL-TR)
- ILOG Rules 6.1 (morea).
- IBM ODM 8.8
- IBM CPLEX Optimization Studio 12.6.3

#### **Plataforma de firma electrónica:**

- SafeLayer TrustedX 4.0

#### **Entorno de desarrollo del Gestor Documental:**

Documentum 7.1 con tres entornos diferenciados: desarrollo, preproducción y producción.

- Content Server 7.1
- xPlore 1.4
- Documentum Foundation Services 7.2
- DA 7.2
- Webtop 6.8.1
- Documentum Reporting Services 6.7 SP2
- Documentum Process Builder 6.7 SP2
- Documentum Forms Builder 6.7 SP2
- Content Services for Centera 7.1
- Interactive Delivery Services Accelerated 6.7 SP2
- Servidor de Aplicación Oracle Weblogic Server 12.1.3
- xCP 2.1 parche 11
- Archive Services for SAP 7.0
- Content Services for SAP 7.2
- ERMXtender v 7.0
- WebXtender v 7.0
- ADTS 7.1
- CAPTIVA 7.1
  - Input Accel 7.10
  - Dispatcher 7.10

### **Entorno de desarrollo .NET:**

- Servidores:
  - Internet Information Services IIS7
- IDEs de desarrollo:
  - Visual Studio 2015
  - Oracle integración Visual Studio 2015 (SetupODTforVS2015)
  - Plugin integración Visual Studio 2015 y Subversion (AnkhSVN)
- Plataforma de integración continua:
  - SubVersion

### **Entorno de herramientas de pruebas:**

- Suite de Mercury 9.2
  - Quality Center
  - Quick Test Professional
- Herramientas sobre plataforma Java (todas ellas deberán integrarse en la plataforma de integración continua de Hudson vía Maven):
  - JUnit para pruebas unitarias en Java
  - DBUnit para pruebas de integración con base de datos
  - EasyMock para pruebas de capa de negocio/servicios
  - Selenium para pruebas de integración web
  - SoapUI para pruebas de los Web Services
  - JMeter para pruebas de carga de las aplicaciones web

### **Herramientas CASE para el análisis y diseño de la aplicación:**

- Enterprise Architect 7.1

### **Infraestructuras de Técnica de Sistemas y Comunicaciones:**

- Entornos Unix
  - Servidores UNIX con procesador SPARC y x86 sobre los que corre Solaris
  - S.O. SOLARIS (versiones soportadas por el fabricante)
  - Software de Backup DELL EMC NETWORKER 9.1

- Software de virtualización Solaris VM v3.0 o posterior.
- Software de gestión de volúmenes y de file systems, Veritas Storage Foundation v6.0 o posterior
- Software de Alta Disponibilidad, Veritas Cluster Server v6.2 o posterior
- Gestor de BBDD ORACLE (versiones soportadas por el fabricante)
- Servidor web HTTP Apache 2.2
- Servidor web Tomcat 5/6/7
  
- Entornos Windows
  - Microsoft Active Directory 2012 R2 modo nativo
  - S.O.:
    - Windows Server 2008 R2 x64
    - Windows Server 2012 R2 x64
    - Windows Server 2016 x64
  - Servicios de alta disponibilidad basados en Microsoft Cluster Server 2012 R2
  - BBDD SQL Server (versiones soportadas por el fabricante)
  - Servidores Intel/AMD compatibles con Microsoft Windows
  - Internet Information Server 7.5 o superior
  - Microsoft Exchange Server 2013 CU9
  - Distribución de software, inventario y captura remota de equipos SCCM Configuration Manager
  - Monitorización de eventos del entorno con Microsoft SCOM 2012 R2
  - SharePoint 2013
  - Software de Backup DELL EMC NetWorker 9.1
  
- Entornos Linux:
  - Linux SuSe Enterprise Server 11.x
  - Linux Red Hat Enterprise Server 6.x o superior.
  - Gestor de base de datos MySQL (versiones soportadas por el fabricante)
  
- Plataforma de Virtualización:
  - vMware vSphere 5.5 o superior
  
- Comunicaciones



- Estructura física: Cableado estructurado y Fibra Óptica.
- Estructura lógica: ETHERNET, Fiber-Channel y ATM.
- Protocolo de comunicaciones: TCP/IP en LAN y WAN
- Monitorización
  - Consola de Gestión OpenView bajo standard SNMP, y con agentes instalados en los servidores. Se utilizan también otros productos integrados en la consola como son:
    - OVPI: Reporting
    - BAC: Monitorización de aplicaciones
- Sistemas de balanceo Hardware de Aplicaciones web de F5 Networks

#### **Aspectos de Seguridad Informática:**

- Consola de Seguridad propias de los fabricantes de los sistemas de securización
- Consolas de monitorización de servicios OSSIM, HP OpenView.
- Plataforma VPN-SSL y VPN-IPSec, del fabricante Cisco
- Procedimientos operativos de seguridad del Área de Sistemas de Información de obligado cumplimiento para las Empresas Oferentes.
- Sistemas de Seguridad de Aplicaciones y Servidores StoneGate y Cisco
- Gestión de la autenticación y autorización de los usuarios:
  - Forgerock OpenDJ 2.6
  - Oracle OpenSSO 8.0
  - Aplicación de Seguridad (desarrollo propio)
  - Netweaver UME
  - Directorio Activo (Validación de usuarios/sistemas)
- Sistema de gestión de riesgos y cumplimiento en la segregación de funciones basado en la herramienta SAP GRC v10.1
- Sistema de gestión de identidades basado en la plataforma OpenIAM

#### **Microinformática:**

- \* PLATAFORMA CLIENTE

Metro de Madrid ofrecerá a la empresa desarrolladora por defecto una máquina virtual con las siguientes características básicas de cara a la realización de desarrollo de productos, dicho ofrecimiento no indica que estos sean los requisitos mínimos de los equipos de usuario final en la plataforma de Metro de Madrid.

Con Windows 7:

- o Configuración estándar máquina virtual.

- o S.O. Windows 7 Enterprise 64 bits.

- o 1 CPU

- o 3 Gb de RAM

- o 500 Gb de disco HDD

- o 10 Gb de espacio libre en disco

- o Conexión de red 10/100

Configuración maqueta estándar SW.

- o Windows 7 64 bits Enterprise SP1

- o Internet Explorer 11.371.16299.0 (11.0.60)

- o Mozilla Firefox 60.0.2

- o Google Chrome 67.0.3396.99

- o Microsoft Office 14.0.7015.1000

- o Adobe Reader 11.0.10

- o Adobe Flash Player 30.0.0.134

- o Adobe Shockwave Player 12.2.4.194

- o Java Runtime Enviroment 7.0.670

- o Pdf Creator 3.1.0

- o Izarc 4.3

- o McAfee 8.8.010000

- o Microsoft Lync 2010
- o SAP 7.40 10 Fix 33
- o SAPScript Legacy Text Editor -
- o CDBurner 4.5.6.5931
- o Cisco AnyConnect 4.3.05017
- o Microsoft Silverlight 5.1.50907.0
- o Microsoft Framework 4.6.1
- o Microsoft Framework (Embebido) Activado
- o Agente SCCM 5.00.8540.1007
- o Agente Antivirus 5.0.6.220
- o Agente Laps 6.2.0.0

En caso de no ser posible la utilización de máquina virtual se ofrecerá un equipo de sobremesa con las siguientes características:

- o Configuración estándar máquina física.
- o S.O. Windows 7 Enterprise 64 bits.
- o Procesador Intel® Core™ i5-4570 with Intel HD Graphics 4600 (3.2 GHz, 6 MB cache, 4 cores)
- o 4 Gb de Ram en virtual
- o Tarjeta de red 10/100

Configuración maqueta estándar SW.

- o Windows 7 64 bits Enterprise SP1
- o Internet Explorer 11
- o Mozilla Firefox 60.0.2
- o Google Chrome 67.0.3396.99
- o Microsoft Office 14.0.7015.1000
- o Adobe Reader 11.0.10

- o Adobe Flash Player 30.0.0.134
- o Adobe Shockwave Player 12.2.4.194
- o Java Runtime Enviroment 7.0.670
- o Pdf Creator 3.1.0
- o Izarc 4.3
- o McAfee 8.8.010000
- o Microsoft Lync 2010
- o SAP 7.40 10 Fix 33
- o SAPScript Legacy Text Editor -
- o CDBurner 4.5.6.5931
- o Cisco AnyConnect 4.3.05017
- o Microsoft Silverlight 5.1.50907.0
- o Microsoft Framework 4.6.1
- o Microsoft Framework (Embedido) Activado
- o Agente SCCM 5.00.8540.1007
- o Agente Antivirus 5.0.6.220
- o Agente Laps 6.2.0.0

Con Windows 10:

- o Configuración estándar máquina virtual.
- o S.O. Windows 10 Enterprise Anniversary Edition 64 Bits
- o 1 CPU
- o 8 Gb de RAM
- o 500 Gb disco SSD
- o 20 Gb de espacio libre en disco
- o Conexión de red 10/100/1000

Configuración maqueta estándar SW.

- o Windows 10 64 bits Enterprise Release 1709
- o Internet Explorer 11
- o Mozilla Firefox 60.0.2
- o Google Chrome 67.0.3396.99
- o Microsoft Office 16.0.4266.1001
- o Adobe Reader DC 18.009.20044
- o Adobe Flash Player 30.0.0.134
- o Adobe Shockwave Player 12.2.4.194
- o Java Runtime Enviroment 8.0.65b17
- o Pdf Creator 3.1.0
- o Izarc 4.3
- o McAfee 8.8.010000
- o Skype Empresarial Básico 2016 16.0.4288.1001
- o SAP 7.40 Parche 10 Fix 1
- o SAPScript Legacy Text Editor -
- o Agente SCCM 5.00.8540.1007
- o Agente Antivirus 5.0.6.220
- o Agente Laps 6.2
- o Microsoft Silverlight 5.1.50907.0
- o Microsoft Framework 4.7.1
- o Microsoft Framework (Embebido) Activado