

# **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

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

**CODIGO: 11**



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

# ÍNDICE

1	OBJETO .....	2
2	ALCANCE.....	2
3	CONDICIONES DE SERVICIO.....	3
4	LÍMITES DE SUMINISTRO.....	4
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO.....	4
5.1	AMORTIGUADORES A MANTENER .....	5
5.2	PRUEBAS A REALIZAR.....	6
5.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	8
5.3.1	Requisitos principales.....	9
5.3.2	Útil de sujeción .....	9
5.3.3	Mantenimiento y calibración .....	10
5.3.4	Control de ruido .....	10
5.3.5	Iluminación .....	11
5.3.6	Pintura .....	11
5.3.7	Identificaciones .....	11
5.3.8	Placa de características .....	12
5.3.9	Otros requisitos .....	12
5.4	CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS .....	12
5.4.1	Sistema informático e integración con servidor.....	12
5.4.2	Sensores de temperatura.....	23
5.4.3	Requerimientos de seguridad .....	24
6	ENSAYOS Y PRUEBAS.....	25
6.1	PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT).....	25
6.2	PRUEBAS EN PLANTA (COMMISSIONING y SAT).....	25
7	FORMACIÓN .....	26
8	DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN .....	26
9	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA .....	28
10	REPUESTOS.....	30
11	GARANTÍA.....	31
	ANEXO I – REQUISITOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO E INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE METRO DE MADRID.....	32
	ANEXO II - PLANOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	0

## 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 amortiguadores hidráulicos** 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 amortiguadores 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 amortiguadores hidráulicos, incluyendo las que se indican en el apartado 4 LÍMITES DE SUMINISTRO del presente PPT.
- Diseño, fabricación y suministro del utillaje necesario para posicionar, asegurar y probar los diversos amortiguadores hidráulicos en el banco de pruebas. Dichos utillajes deberán disponer de número de identificación grabado. Se valorará que sean compatibles entre los diversos modelos de amortiguadores, con el fin de minimizar el número de útiles.
- 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 repuestos para mantenimiento correctivo y preventivo para un periodo de 5 años, y herramientas o utillajes especiales necesarios para el mantenimiento y calibración del banco de pruebas.
- Disposición de medios materiales y humanos necesarios para el transporte e instalación en el emplazamiento de banco de pruebas en el Taller Central.

- 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 8, 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 amortiguadores 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 % ± 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.
- Suministro neumático disponible: Instalación general del T.I.R. entre 5 y 7,5 bar.
- 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 15 metros, las tomas para la acometida eléctrica, neumática, hidráulica y de red necesarias para su funcionamiento.

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.
- Respecto al conexionado del banco al sistema neumático del T.I.R. de METRO, se deberá realizar con las protecciones y filtros necesarios que garanticen la seguridad y condiciones de funcionamiento del banco de pruebas y de los equipos a ensayar.
- Todos los anclajes necesarios para la fijación e instalación del equipo.
- 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 amortiguadores hidráulicos deberá diseñarse para realizar, **de manera semi-automatizada**, los trabajos de verificación funcional de los amortiguadores que aseguren su correcto funcionamiento como parte de las tareas de revisión y mantenimiento preventivo y/o correctivo realizado sobre los mismos.

Los trabajos de verificación funcional se estructurarán como ensayos de prueba convenientemente parametrizados para cada tipo de amortiguador. Estos ensayos de prueba se encontrarán previamente definidos y alojados en una base de datos gestionada por una aplicación web (en adelante BBDD), debiendo 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, número de serie, tipo, etc... de amortiguador). 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 AMORTIGUADORES A MANTENER

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

**Tabla 1. Amortiguadores hidráulicos a mantener en el banco de pruebas.**

Referencia Metro (Matrícula)	Modelo fabricante	Fabricante	Descripción
274307	90-2635	KONI	AMORTIGUADORES KONI-90-2635
401609	7007-20	DISPEN	AMORTIGUADOR VERTICAL (DISPEN)
401610	7006-20	DISPEN	AMORTIGUADOR TRANSVERSAL (DISPEN)
73412	9567-003	KONI	AMORTIGUADOR TRANSVERSAL C/SILENTBLOCK
	9567-004	KONI	AMORTIGUADOR HORIZONTAL KONI
88380	9567	KONI	AMORTIGUADOR HORIZONTAL MOTOR 2000
	9567-004	KONI	AMORTIGUADOR HORIZONTAL KONI
88381	9827	KONI	AMORTIGUADOR VERTICAL 2000 C/SILENTBLOCK
	02V-1658	KONI	AMORTIGUADOR VERTICAL 02V 1658
	9567-004	KONI	AMORTIGUADOR HORIZONTAL KONI
88382	9567	KONI	AMORTIGUADOR HORIZONTAL REMOLQUE
173410	96H-2017	KONI	AMORTIGUADOR TRANSVERSAL SUSP.SECUNDARIA
	98H-1063-11		
	98H-1063-12		
304406	96V-2016	KONI	AMORTIGUADOR VERTICAL KONI
304407	96H-2015-002	KONI	AMORTIGUADOR TRANSVERSAL KONI
Z80020	96H-2017	KONI	AMORTIGUADOR TRANSVERSAL 8000 LOTES 1 Y 2

Los planos y la tabla de características de los amortiguadores hidráulicos a ensayar en el banco de pruebas se encuentran en el ANEXO II - PLANOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA para la consulta por parte del oferente. El banco de pruebas deberá ser compatible con los amortiguadores a ensayar.

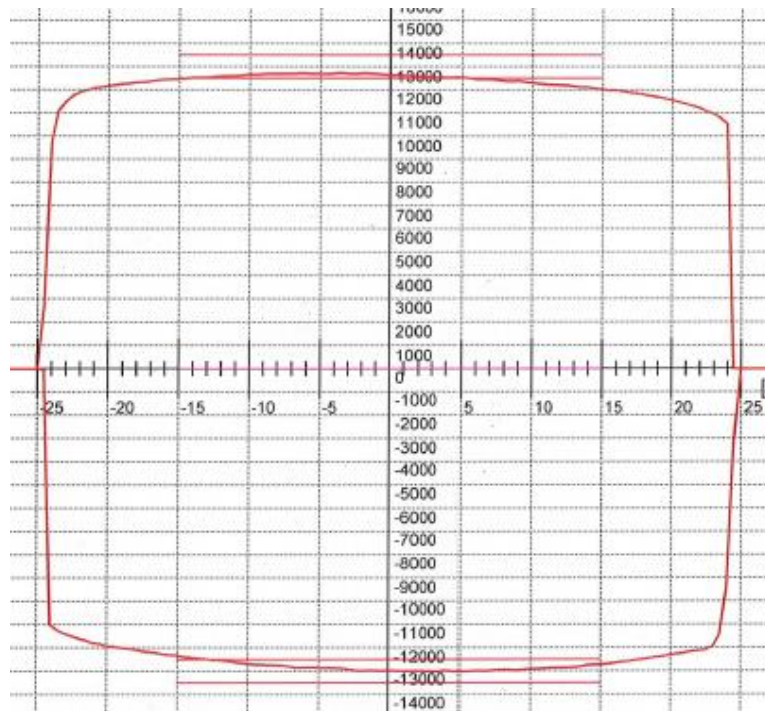
## **5.2 PRUEBAS A REALIZAR**

El banco de pruebas de amortiguadores deberá diseñarse para realizar las principales pruebas (o parametrizaciones) listadas a continuación sobre los amortiguadores especificados en el apartado 5.1 AMORTIGUADORES A MANTENER

Se deberá poder elegir en el display del banco de ensayo la matrícula o tipo de amortiguador a ensayar. Otra forma para introducir la matrícula deberá ser mediante la lectura de la etiqueta RFID del amortiguador.

- 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 el mantenimiento del amortiguador.
- 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 velocidad, el ángulo, la carrera, la duración o número de repeticiones, la cantidad de pruebas que deben hacerse, la secuencia, etc. También se podrán introducir los parámetros de forma manual, en caso de que quieran realizarse pruebas adicionales a las establecidas en la plantilla.
- La máquina deberá permitir al operario fijar el amortiguador de forma rápida y segura. Una vez que el operario vaya a iniciar la prueba, la máquina posicionará de forma automática el amortiguador para el ensayo, según los parámetros introducidos.
- Antes de comenzar el ensayo, los sensores de temperatura deberán medir la temperatura ambiente y la temperatura del amortiguador. Si el amortiguador tuviera una temperatura inferior a la adecuada para el ensayo, el banco automáticamente deberá realizar unos ciclos de calentamiento hasta que el amortiguador alcance la temperatura deseada.
- Cuando el ensayo comience, se generará una gráfica en el display en la que se represente la curva resultante de fuerza frente a desplazamiento. En esta gráfica deben

estar también indicados los valores de fuerza máximos y mínimos admisibles a tracción y compresión, así como una franja alrededor de toda la curva que indique entre qué márgenes debería estar comprendida la curva resultante.



**Figura 1. Ejemplo de gráfica de curva fuerza-desplazamiento de un amortiguador.**

- El ensayo de los amortiguadores puede consistir en realizar varias pruebas seguidas. Para llegar a una curva apta en cada prueba es necesario que el operario ajuste las válvulas del amortiguador y compruebe la curva varias veces. Por lo que se le debe permitir al operario decidir entre parar, repetir la prueba o continuar con la prueba siguiente.
- Todas las operaciones que impliquen que el operario trabaje total o parcialmente en la zona de ensayo como, por ejemplo, ajustar las válvulas, retirar el amortiguador, etc. deberán indicarse en el display durante el transcurso del ensayo y el operario podrá realizarlas de forma segura.
- El programa deberá analizar los valores máximos de fuerza a tracción y a compresión e indicar si se encuentran o no dentro de las tolerancias establecidas.
- El programa también validará si todos los puntos de la curva se encuentran dentro de los márgenes ideales establecidos. Debiendo dar la curva como NO APTA en caso de que ésta se salga de los márgenes. Esto se realizará para



detectar si hay fallos en los amortiguadores, similares a los que se detallan en el ANEXO II - PLANOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

- Se permitirá al operario añadir observaciones a cada una de las pruebas que realice, en caso de que lo considere oportuno.
- 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 amortiguador de Metro (matrícula)
  - Serie del tren a la que pertenece el amortiguador.
  - Modelo y número de serie del fabricante.
  - Carrera de ensayo.
  - Velocidad de ensayo.
  - Duración del ensayo.
  - Fuerzas nominal, máxima y mínima del ensayo.
  - Temperatura ambiente y temperatura del amortiguador.
  - Fuerza resultante.
  - Gráficas finales de cada una de las pruebas.
  - Resultados de las pruebas (APTO / NO APTO).
  - Observaciones.

### 5.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La máquina de pruebas de amortiguadores se utilizará exclusivamente para determinar la capacidad de amortiguación de los amortiguadores.

La bancada electromecánica se compondrá por el conjunto de elementos electromecánicos tales como sensores, actuadores, transductores, cilindros hidráulicos, elementos para fijación semiautomática de los amortiguadores al banco, etc. así como los elementos mecánicos asociados como el bastidor mecánico principal, 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): 4100 x 2400 mm. La altura del cierre perimetral no deberá superar los 2500 mm para poder acercar el banco lo máximo posible a la blindobarra. Dentro de dicho dimensionamiento se incluye los espacios necesarios para el almacenamiento de todos los útiles y accesorios incluidos en el apartado 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO.
2. El banco de pruebas de amortiguadores debe permitir configurar diferentes velocidades de entre 0,01 y 0,5 m/s.
3. La precisión de regulación de la velocidad deberá ser +/- 1% del valor deseado.
4. El banco debe permitir medir fuerzas de tracción y compresión entre 1 kN y 12 kN. La precisión de medición de fuerzas resultantes deberá ser de +/- 1% del valor real.
5. Deberá permitir probar amortiguadores con longitudes entre centros de soportes desde 200 hasta, al menos, 650 mm.
6. Debe permitir una carrera del amortiguador de, al menos, 180 mm.
7. La precisión de la medida de posición del amortiguador debe ser de +/- 0,01 mm.
8. La posición de los amortiguadores deberá ser variable para poder realizar la prueba en posiciones de entre 0° y 90°, ambos incluidos. De forma completamente automática, el banco colocará el amortiguador en la posición de entre 0 y 90, que esté definida en los parámetros del ensayo.

### **5.3.2 Útil de sujeción**

El CONTRATISTA deberá diseñar, fabricar y suministrar el utillaje necesario para posicionar, asegurar y probar los diversos amortiguadores, definidos en el apartado 5.1 AMORTIGUADORES A MANTENER.

Este utillaje deberá funcionar de manera que se adapte automáticamente a los distintos tipos de amortiguadores, con el fin de minimizar los tiempos de fijación del amortiguador al banco.

El utillaje debe tener el menor juego posible para una mayor precisión y deberá permitir la rotación manual del amortiguador para que el operario pueda ajustar las válvulas sin que tenga que desacoplar el amortiguador del útil ni extraerlo de su posición de ensayo.

En caso de que pueda separarse en piezas, cada una de ellas deberá disponer de un número de identificación que definirá Metro.

Se valorará que el utillaje para la fijación del amortiguador al banco sea compatible con la mayor cantidad de amortiguadores a mantener, con el fin de minimizar el número de útiles.

### **5.3.3 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. Dichos utillajes y herramientas especiales deberán disponer de número de identificación.

El contratista, 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.

El banco deberá disponer de un contador horario de funcionamiento real de la máquina. Además, se deberán emitir avisos en el display del equipo de que se aproximan las fechas límite para realizar sus trabajos.

El display del PC deberá mostrar un mensaje de error de forma automática si se detectase que los niveles de aceite o la temperatura del aceite están fuera de los límites establecidos en el plan de mantenimiento.

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.

### **5.3.4 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 a una distancia de **1 metro** desde la bancada y en la **zona de uso del panel de control**, deberá ser como máximo de **78dB(A)**.

### **5.3.5 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:

- Zona de trabajo donde se prueban los amortiguadores. La intensidad mínima de luz en esta zona deberá ser de **500 luxes**.
- Zonas donde se realice mantenimiento preventivo. La intensidad mínima de luz en esta zona deberá ser de **300 luxes**.
- 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.

### **5.3.6 Pintura**

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

### **5.3.7 Identificaciones**

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

### **5.3.8 Placa de características**

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

### **5.3.9 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.
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. En la parte inferior, el banco deberá disponer de unos orificios para su transporte mediante el uso de una carretilla industrial.

## **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.

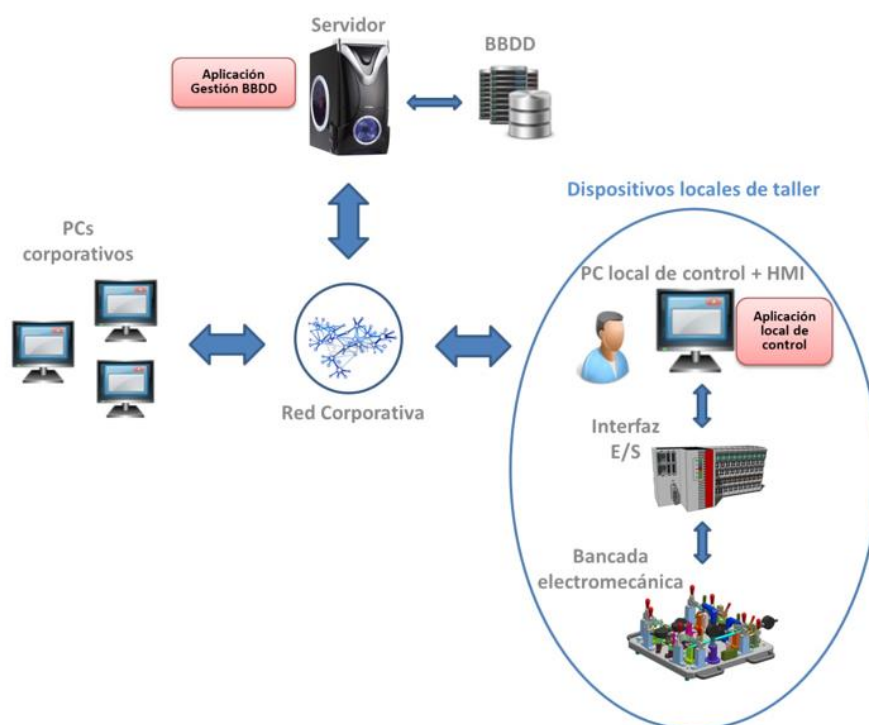
Puede considerarse la posibilidad que sea .Net Framework y/o .Net Core (aunque no se especifique en la Línea Base). Puede proponerse utilizar Angular en la aplicación cliente web.

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 2. 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 amortiguadores. 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 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 amortiguador, fuerza aplicada, 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 amortiguador de forma fácil e intuitiva.
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, las indicaciones al operario, los datos de los resultados que se guardarán en la BBDD del servidor, etc.
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.
  - 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 amortiguador, fuerza aplicada, 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 amortiguadores, 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 amortiguador 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 amortiguador.

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 amortiguadores puede consistir en realizar varias pruebas seguidas. Para llegar a una curva apta en cada prueba es necesario que el operario ajuste las válvulas del amortiguador y compruebe la curva varias veces. Por lo que se le debe permitir al operario decidir entre parar, repetir la prueba o continuar con la prueba siguiente.
12. En el display del panel de control se podrán visualizar los resultados de cada prueba, pudiendo el operario decidir lo que quiere visualizar: la tabla de datos, las curvas representadas con sus límites admisibles, superponer curvas en el gráfico, etc. Se deberán ver como mínimo la tabla de datos introducidos y resultantes, así como los diagramas de fuerza frente a desplazamiento y el de fuerza frente a velocidad.
13. Se deben poder asociar de forma clara los parámetros de la tabla con la curva dibujada. Por ejemplo, con códigos de color.
14. El programa deberá analizar los valores máximos de fuerza a tracción y a compresión e indicar si se encuentran o no dentro de las tolerancias establecidas. Se irán registrando todos los parámetros requeridos en las pruebas y comparándolos con los valores límites. Debiendo dar como NO APTO el ensayo en caso de que el valor medido sobrepase los límites máximos y mínimos admisibles.
15. El programa también validará si todos los puntos de la curva se encuentran dentro de los márgenes ideales establecidos. Debiendo dar la curva como NO APTA en caso

de que ésta se salga de los márgenes. Esto se realizará para detectar si hay fallos, similares a los que se detallan en el ANEXO II. Se reflejará en la documentación técnica a entregar toda la información relacionada con la implementación del análisis de la curva para que Metro pueda realizar el mantenimiento, en caso de ser necesario.

16. Se permitirá al operario añadir observaciones a cada una de las pruebas que realice, en caso de que lo considere oportuno.
17. 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 amortiguador de Metro (matrícula)
  - Serie del tren a la que pertenece el amortiguador.
  - Modelo y número de serie del fabricante.
  - Carrera de ensayo.
  - Velocidad de ensayo.
  - Duración del ensayo.
  - Fuerzas nominal, máxima y mínima del ensayo.
  - Temperatura ambiente y temperatura del amortiguador.
  - Fuerza resultante.
  - Gráficas finales de cada una de las pruebas.
  - Resultados de las pruebas (APTO / NO APTO).
  - Observaciones.
18. 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 amortiguadores 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 Sensores de temperatura**

Se deberán suministrar unos sensores de temperatura que midan la temperatura del amortiguador y la temperatura del ambiente.



El sensor de temperatura del amortiguador deberá medir en todo momento del ensayo la temperatura del amortiguador y se podrá colocar sobre el mismo de forma rápida y sencilla.

Por otra parte, el sensor de temperatura del ambiente podrá ser colocado en cualquier parte de la zona donde esté situado el banco de pruebas, pudiendo Metro decidir la ubicación más idónea.

Ambas temperaturas deben medirse para poder valorar si los resultados de las pruebas son fiables o no.

En caso de que el amortiguador tenga una temperatura inferior a la adecuada para el ensayo, el banco automáticamente deberá realizar unos ciclos de calentamiento hasta que el amortiguador alcance la temperatura deseada.

### **5.4.3 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 8 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 oferente deberá detallar en su oferta los sistemas de seguridad que posee el banco.

#### **5.4.3.1 Sensor de presencia**

Debido a que, para probar los amortiguadores el usuario debe ajustarlos manualmente, uno de los requerimientos de seguridad que se pide para que esta acción sea más rápida, es el sensor de presencia.

Este sensor de presencia, barrera fotoeléctrica o similar, deberá colocarse delante de la zona de ensayo, de tal forma que el operario lo traspase para colocar el amortiguador en el útil de sujeción o para regular el amortiguador durante la prueba. El panel de control deberá situarse lo más cerca posible de la zona donde se regula el amortiguador.

Los movimientos del banco deberán detenerse de forma segura cuando se traspase esta barrera de forma parcial o total.

## 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, deberán ser inspeccionados y probados según determinan los códigos y normas de aplicación.
- El CONTRATISTA aportará la instrumentación adecuada y todos los medios y elementos necesarios para realizar las pruebas y asegurar el correcto funcionamiento del equipo, como aceites, grasas, combustibles, adhesivos, morteros, etc. 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 banco de pruebas no cumpliera las garantías previstas, el CONTRATISTA se encargará de realizar las modificaciones y correcciones necesarias para alcanzarlas, quedando obligado a efectuar nuevas pruebas cuyos gastos irán enteramente a su cargo.

### 6.1 PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT)

Después de la fabricación, el banco de pruebas de amortiguadores 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.

### 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 amortiguadores y el cumplimiento de las garantías establecidas en las instalaciones de Metro.

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

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.

## 7 FORMACIÓN

Tras la adjudicación, se entregará el plan de formación presencial 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

## 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 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 reglamentación de equipos a deberá adecuarse a lo establecido al **Real Decreto 809/2021**, de 12 de diciembre, por el que se aprueba **Reglamento de equipos a presión e instrucciones técnicas complementarias.**
- 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.**
  - **UNE-EN ISO 4413:2011 Transmisiones hidráulicas o equivalente. Reglas generales y requisitos de seguridad para los sistemas y sus componentes.**
- Se debe cumplir y entregar el certificado de calibración de elementos y/o patrones de calibrado 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.**
- 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 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.***

- 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.***
- 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.

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. 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 fuerzas, recorrido, velocidades, tolerancias, etc.).
- Plano detallado del equipo.
- Interfaces Necesidades de suministro eléctrico, neumático y descripción de aplicaciones y equipos informáticos, ...
- Manual de operación, mantenimiento y calibración.
- Manual de instalación, montaje y puesta en marcha.

- 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 a presión constituyentes del banco de pruebas (detallando los elementos del banco que les sea de aplicación) y cuyo mantenimiento legal sea de obligado cumplimiento según requerimientos del **Real Decreto 2060/2008** de 12 de diciembre, por el que se aprueba **Reglamento de equipos a presión e instrucciones técnicas complementarias**.
- Plan de formación. Documentación precisa para la realización de los cursos, así como los currículums de las personas capacitadas para impartirlos.
- 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.
- Planos de fabricación de utillajes.
- Esquemas eléctricos y de control, esquemas neumáticos e hidráulicos (finales).
- Listado de entradas y salidas (digitales y analógicas).
- Listado y especificaciones del Hardware usado en el control del banco.
- Interfaces finales (necesidades de suministro eléctrico, neumático 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.
- 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.
- 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 deberá suministrar un juego de repuestos para el mantenimiento correctivo y preventivo de la prensa para un periodo 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.

## 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.

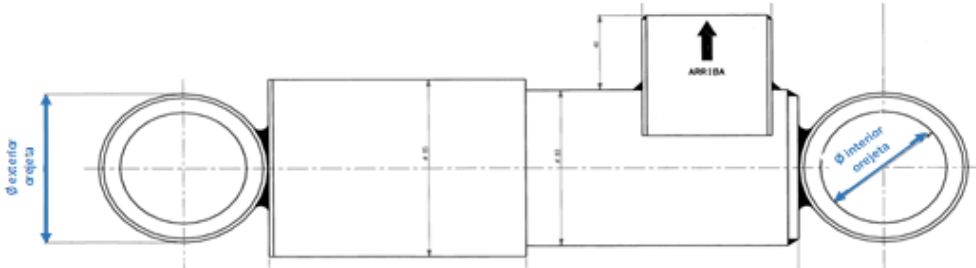


## **ANEXO I – REQUISITOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO E INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE METRO DE MADRID**

ANEXO II - PLANOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA

DATOS DE LOS AMORTIGUADORES HIDRÁULICOS DEL TIR DE METRO DE MADRID

Matrícula Metro	Modelo fabricante	Fabricante	Descripción	Serie del tren	Longitud		Curvatura [mm]	Orjetas	
					Máx [mm]	Mín [mm]		Ø exterior [mm]	Ø interior [mm]
274307	90-2635	KONE	AMORTIGUADORES KONE-90-2635	7000 y 9000	482 ± 3	332 ± 3	150	76	-
408609	7007-20	DISPEN	AMORTIGUADOR VERTICAL (DISPEN)	Metro Ligero	405	355	50	70	-
408630	7006-20	DISPEN	AMORTIGUADOR TRANSVERSAL (DISPEN)	Metro Ligero	429	379	50	-	-
73412	9567-003	KONE	AMORTIGUADOR TRANSVERSAL C/SILENTBLOCK	5000	375 ± 2	285 ± 2	90	80	60
	9567-004	KONE	AMORTIGUADOR HORIZONTAL KONE		375	285	90	80	60
88380	9567	KONE	AMORTIGUADOR HORIZONTAL MOTOR 2000	2000 y 5000	375 ± 2	285 ± 2	90	80	60
	9567-004	KONE	AMORTIGUADOR HORIZONTAL KONE		375	285	90	80	60
88381	9827	KONE	AMORTIGUADOR VERTICAL 2000 C/SILENTBLOCK	2000	422 ± 3/2	312 ± 2/3	110	80	60
	02V-3658	KONE	AMORTIGUADOR VERTICAL 02V 3658		422	312	110	80	60
88382	9567-004	KONE	AMORTIGUADOR HORIZONTAL KONE	2000	375	285	90	80	60
	9567	KONE	AMORTIGUADOR HORIZONTAL REMOLQUE		375 ± 2	285 ± 2	90	80	60
173430	96H-2017	KONE	AMORTIGUADOR TRANSVERSAL SUSP. SECUNDARIA	6000 y 8000	435	315	120	80	60
	98H-1063-11				435 ± 3/2	316 ± 2/3	119	80	60
306406	96V-2016	KONE	AMORTIGUADOR VERTICAL KONE	1000 y 3000 (2º)	435 ± 3/2	316 ± 2/3	119	80	60
	98H-1063-12	KONE	AMORTIGUADOR TRANSVERSAL KONE	1000 y 3000 (2º)	422 ± 3/2	312 ± 2/3	110	80	60
306407	96H-2015-000				375 ± 3/2	285 ± 2/3	90	80	60
290020	96H-2087	KONE	AMORTIGUADOR TRANSVERSAL 8000 LOTES 1 Y 2	8000(2º)	435	315	120	80	60



Notas:  
a) La siguiente tabla muestra las fuerzas de amortiguación para diferentes velocidades de ensayo.  
b) Se ajustarán las válvulas de los amortiguadores de acuerdo a lo indicado en los manuales, de modo que los valores se encuentren dentro de las tolerancias indicadas.

ENSAYOS								
Posición n [°]	Curvatura (mm)	Nº ajustes válvulas	F (N) v=0,1 m/s (valores que se indiquen otro valor)					
			Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3	
			Extensión	Compresión	Extensión	Compresión	Extensión	Compresión
0	+50	1	3400 ± 15%	3400 ± 15%				
0	+25	1	4875 ± 15% v=0,15 m/s	4875 ± 15% v=0,15 m/s				
90	+25	1	6450 ± 15% v=0,15 m/s	6450 ± 15% v=0,15 m/s				
0	+50	1	1950 ± 15%	1950 ± 15%				
90	+50	3	3650 ± 15% v=0,05 m/s	3650 ± 15% v=0,05 m/s	2100 ± 15%	2100 ± 15%	3950 ± 15%	3950 ± 15%
0	+50	1	1950 ± 15%	1950 ± 15%				
90	+50	3	3650 ± 15% v=0,05 m/s	3650 ± 15% v=0,05 m/s	2100 ± 15%	2100 ± 15%	3950 ± 15%	3950 ± 15%
0	+50	1	3450 ± 15%	3450 ± 15%				
0	+50	1	3450 ± 15%	3450 ± 15%				
90	+50	3	3650 ± 15% v=0,05 m/s	3650 ± 15% v=0,05 m/s	2100 ± 15%	2100 ± 15%	3950 ± 15%	3950 ± 15%
0	+50	1	1950 ± 15%	1950 ± 15%				
0	+50	2	4000 ± 15%	4000 ± 15%	6000 ± 15% v=0,30 m/s	6000 ± 15% v=0,30 m/s		
0	+50	3	4000 ± 15%	4000 ± 15%	4500 ± 15%	4500 ± 15%	4000 ± 15%	4000 ± 15%
0	+50	3	2750 ± 15% v=0,05 m/s	2750 ± 15% v=0,05 m/s	4500 ± 15%	4500 ± 15%	4000 ± 15%	4000 ± 15%
0	+50	2	3500 ± 15%	3500 ± 15%	4000 ± 15%	4000 ± 15%		
90	+50	2	3800 ± 15%	3800 ± 15%	1950 ± 15%	1950 ± 15%	2900 ± 15% v=0,30 m/s	2900 ± 15% v=0,30 m/s
0	+50	2	4000 ± 15%	4000 ± 15%	6000 ± 15% v=0,30 m/s	6000 ± 15% v=0,30 m/s		

## ANEXO II – TIPOS DE FALLO

Estos son algunos tipos de funcionamiento anómalo de los amortiguadores:

