



EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS METRO S.A.
METRO DE SANTIAGO

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA BANCO DE PRUEBAS BLOCK DE FRENOS BFC

Especificación Funcional y Técnica

DOCUMENTO EMITIDO PARA REVISIÓN

GERENCIA DE INGENIERÍA Y PROYECTOS OPERACIONALES

SANTIAGO DE CHILE

NOVIEMBRE 2017

Contenido

1. Glosario de Términos y abreviaturas.....	4
2. Introducción	4
2.1 Sistema de frenos.....	5
2.1.1 Freno de servicio normal	5
2.1.2 Freno de urgencia.....	5
2.1.3 Freno de estacionamiento	6
2.2 Block de frenos BFC.....	6
2.2.1 Funcionamiento BFC	8
3. Objetivo	10
4. Alcance.....	10
5. Especificación Funcional y Técnica	10
5.1 Situación actual de pruebas del Block de Frenos BFC.....	10
5.1.1 Procedimiento de pruebas.....	10
5.2 Requerimientos Funcionales del Banco para Block de Frenos BFC	11
5.2.1 Presión de trabajo y Líneas de alimentación.....	12
5.2.2 Detección de fugas	12
5.2.3 Fuerza de frenado	12
5.3 Software	12
5.4 Requerimientos Ambientales	13
5.5 Requerimientos Eléctricos	14
5.6 Requerimientos Estructurales.....	14
5.7 Requerimientos de Interfaz de usuario	14
5.8 Requerimientos de Seguridad	15
5.9 Vida Útil	15
6. Requerimientos de Mantenimiento.....	15
7. Requerimientos de Calidad	16
8. Personal para el desarrollo de los trabajos.....	16
9. Condiciones de Ejecución y Montaje.....	16
9.1 Plazo estimado	17
9.2 Programación de Trabajo.....	17
9.3 Terminaciones.....	17
9.4 Equipos y Herramientas.....	17
9.5 Actividades y Obligaciones del Proveedor	17
10. Pruebas y Puesta en Servicio	18
11. Aceptación y Condiciones de Recepción.....	18
12. Capacitación	18
13. Garantías	19
14. Documentación.....	19
ANEXO 1: Block de Frenos BFC: Conjunto y despiece	22
ANEXO 2: Montaje Block de Frenos BFC	28

ANEXO 3: Zapatas Block de Frenos BFC	30
ANEXO 4: Requerimientos Notebook o PC.....	32

1. Glosario de Términos y abreviaturas

Tabla 1: Glosario

Abreviación	Significado
Aw3	Carga del tren correspondiente a 6 [pasajeros/m ²]
BFC	Block de Frenos
GR	Taller Gran Revisión
NS-93	Tren Rodado Neumático Santiago 1993
S1	Coche Remolque S1
SEC	Superintendencia de Electricidad y Combustibles
REQ	Requerimiento

2. Introducción

Con el objetivo que Metro S.A garantice una buena disponibilidad y confiabilidad de su flota de trenes, se debe aplicar un adecuado mantenimiento a los activos fijos que opera. Para lograr esta finalidad hay que contar con una buena planificación, un personal capacitado y los equipos necesarios para poder realizar todas las tareas que el mantenimiento requiera.

Metro de Santiago dentro de su Gerencia de Mantenimiento cuenta con un Taller de Gran Revisión (GR) u Overhaul, el cual tiene como principal función realizar el mantenimiento mayor de los trenes y sus diversos componentes.

Dentro del Plan de Averías de Alto Impacto se busca restaurar y optimizar las condiciones operacionales de las áreas de mantenimiento, a través de la compra de Bancos de pruebas para los equipos que son mantenidos. Todo esto debido a que existen varios bancos que se han deteriorado y/o han perdido funcionalidades, trayendo como consecuencia elevados tiempos de mantenimiento.

Para mucho de ellos, los elementos solo pueden ser probados una vez que son montados en el tren con el consecuente riesgo, que si presenta un defecto deba ser desmontado nuevamente para un reproceso.

Para el caso de los Block de freno BFC de los trenes NS-93, se realizan pruebas manuales de estanqueidad y de funcionamiento. Estas pruebas son fundamentales, ya que de lo contrario se podrían producir fugas de aire en el Block de frenos, provocando una operación deficiente.

Para garantizar una mayor confiabilidad del componente y de esta manera evitar que se produzcan incidentes con consecuencias de alto impacto operacional, es necesario contar con un banco de pruebas que verifique el buen funcionamiento del componente.

El presente documento contiene una descripción del estado actual del banco de pruebas de BFC, una explicación de su funcionamiento y para finalizar las características técnicas del nuevo banco que Metro requiere para su Taller de Gran Revisión.

2.1 Sistema de frenos

Los frenos corresponde a uno de los sistemas más importantes del tren, ya que son fundamentales para entregar un servicio que otorgue seguridad a los pasajeros ante un frenado de emergencia del tren y las tasas de frenado solicitadas correspondan a las diseñadas para el tren en conducción manual como automática.

Por este motivo es que los trenes, específicamente la tecnología NS-93, cuenta como 3 modos de frenos:

- Freno de servicio normal
- Freno de urgencia
- Freno de estacionamiento

En este capítulo explicaremos cada modo de freno y cuáles son los parámetros operativos de cada uno de ellos.

2.1.1 Freno de servicio normal

Corresponde al freno aplicado durante la operación normal del tren. El freno de servicio se realiza prioritariamente en forma electrodinámica, ya que así se puede aprovechar la energía cinética de los trenes y transformarla en energía eléctrica. Además se evitan desgastes en las zapatas y en la rueda de seguridad. Si es necesario, se activa el freno de fricción para complementar el freno electrodinámico y garantizar que se alcance la deceleración requerida por el panel de freno.

A continuación se adjunta tabla en donde se indican los parámetros operativos que debe cumplir el freno de servicio normal.

Por ejemplo para una velocidad de 80 km/h con una carga Aw3, se debe aplicar 2008 [daN] en la rueda de seguridad para complementar el frenado electrodinámico, y así garantizar la desaceleración de 1,2 [m/s²] programada en el panel de frenos.

Tabla 2: Resultados de prueba en tren con frenado de servicio normal.

Frenado de servicio normal para una carga de pasajeros Aw3 (6 p/m ²)						
Velocidad [km/h]	80	60	40	30	20	10
Distancia de parada [m]	237	139	67	41	21	7
Desaceleración [m/s ²]	1,2	1,2	1,2	1,18	1,17	1,14
Fuerza de aplicación BFC [daN]	2008	2008	2008	1987	1965	1900
Jerk real [m/s ³]	0,9	0,9	0,9	0,89	0,88	0,85

2.1.2 Freno de urgencia

Este corresponde al frenado de seguridad del tren que tiene como objetivo la máxima tasa de desaceleración del mismo. El freno de emergencia utiliza solamente el freno de fricción. Se controla por la unidad de control de freno (panel de freno de cada bogie). El sistema de freno de fricción utiliza el aire comprimido, por medio del cilindro de freno y de las zapatas de freno, para presionar la rueda de seguridad.

Cuando éste se utiliza, todos los coches del tren aplican al mismo tiempo el freno de emergencia. Una vez aplicado, el freno de urgencia se mantiene hasta que el tren se detiene completamente. Se muestran en las tablas adjuntas los parámetros operativos del modo de freno de urgencia de un tren en modo normal y en modo degradado.

Tabla 3: Resultados de prueba de tren con frenado de urgencia con todos los bogies activos.

Freno de urgencia con todos los bogies activos para una carga de pasajeros Aw3 (6 p/m ²)				
Velocidad [km/h]	80	60	40	20
Distancia de parada [m]	138	84	42	14
Desaceleración [m/s ²]	2,25	2,23	2,19	2,04
Fuerza de aplicación BFC [daN]	3951	3915	3830	3557
Jerk real [m/s ³]	1,37	1,36	1,33	1,24

Tabla 4: Resultados de prueba de tren con frenado de urgencia con un bogie inactivo.

Freno de urgencia con un bogie inactivo para una carga de pasajeros Aw3 (6 p/m ²)				
Velocidad [km/h]	80	60	40	20
Distancia de parada [m]	146	88	44	15
Desaceleración [m/s ²]	2,1	2,1	2,09	2,02
Fuerza de aplicación BFC [daN]	4023	4019	3996	3862
Jerk real [m/s ³]	1,28	1,28	1,27	1,23

2.1.3 Freno de estacionamiento

Está asegurada por una brida neumática independiente. Esta brida obra sobre un disco fino de 520 mm de diámetro, montado sobre una punta del árbol motor.

2.2 Block de frenos BFC.

El BFC, es un cilindro neumático que recibe la presión de aire, desde el panel de freno y lo convierte en un movimiento axial sobre una palanca mecánica en la zapata, la cual aplica una fuerza sobre la rueda de seguridad que se traduce finalmente en el frenado del tren.

Está ubicado en la parte inferior del bogie y en la siguiente cantidad :

En los bogies de motor:

- 4 unidades de freno de BFC (una por rueda de seguridad), equipadas con dos zapatas de 250 mm de largo.

En bogies de remolque:

- 4 unidades de freno BFC (una por rueda de seguridad), equipadas con dos zapatas de 250 mm de largo.

- Existe un bogie remolque (coche S1) donde un eje no posee bloques de freno , de forma de no interferir en la medida de velocidad (posee captadores de velocidad).

En el Anexo 1 se puede observar la ubicación del Block de Frenos en el bogie.

El bloque BFC cubre una amplia gama de fuerzas de frenado. El mecanismo de amplificación se basa en el principio de cuña. Dos cuñas en la cabeza del pistón actúan entre dos rodamientos de alta capacidad como un amplificador de fuerza con una eficiencia extremadamente alta. Alterando el ángulo de la cuña del pistón, la fuerza de salida puede ajustarse en el rango de 13 kN y 50 kN sin modificar el tamaño de la unidad de freno.

Como se menciona anteriormente, el block de frenos participa en el frenado de urgencia y de servicio.



Figura 1: Block de Frenos BFC.

El cuadro a continuación resume alguno de los datos del block de frenos.

Tabla 5: Datos técnicos del Block de Frenos BFC.

Frenos BFC	Valor
Números por eje por bogie(N_{TBU})	2
Área pistón (S_{cyl})	249,3 cm ²
Fuerza de retorno pistón (F_{spring})	240 N
Ángulo de cuña	12,6°
Ratio interno (A_{TBU})	4,47
Fuerza oposición BFC (F_{opp})	2000 N
Eficiencia BFC (R_{TBU})	0,94
Rango de Trabajo	13- 50 kN
Desplazamiento máximo de la zapata	17,1 mm
Holgura entre zapata y rueda	7 mm
Peso	~45 kg
Coefficiente de roce cinético rueda/zapata (μ)	0,3

En el Anexo 2 se adjuntan planos de conjunto y despiece del Block de frenos.

2.2.1 Funcionamiento BFC

2.2.1.1 Transmisión de la fuerza

Cuando el aire comprimido es admitido en el cilindro de freno de pistón junto con la cuña se mueve hacia abajo (ver figura 2) empuja los mecanismos del regulador de freno con la zapata de freno hacia la rueda. La fuerza se transmite a través del manguito de empuje y la tuerca de ajuste en el eje. La fuerza de reacción es absorbida por dos cojinetes montados en la carcasa de unidad de freno.

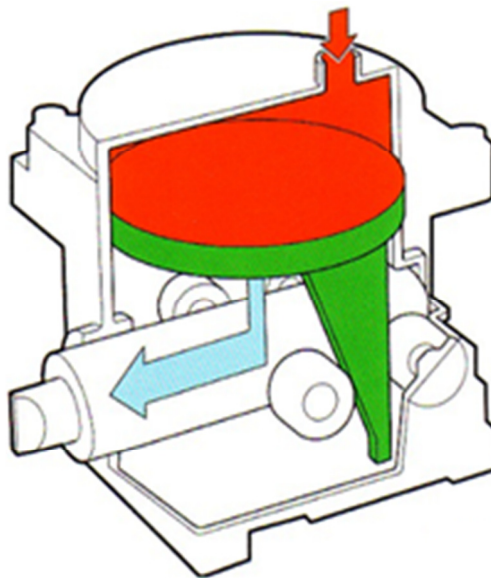


Figura 2: Admisión de aire en el BFC.

2.2.1.2 El ajuste del exceso de holgura

El mecanismo tensor de ajuste contiene dos tuercas, tuerca líder 1 y tuerca de ajuste 2, montados sobre un eje 3 que transmite la fuerza de frenado. En el inicio del freno cuando el exceso de holgura está presente las dos tuercas 1 y 2 siguen el movimiento del husillo una distancia igual a la holgura correcta. Durante el movimiento continuo del husillo la tuerca líder 1 es retenida, pero libre de girar para permitir que el husillo mueva a través de ella el exceso de distancia de holgura. En la liberación del freno la tuerca líder 1 está bloqueada en rotación y el husillo puede entonces devolverse sólo la distancia igual a la holgura correcta. La tuerca de ajuste 2 está ahora libre para girar y se empuja hacia la tuerca líder para restaurar la distancia inicial entre las dos tuercas. De esta manera el husillo, ha elaborado la cantidad de holgura a través de las dos tuercas y el exceso de holgura correcta se ha reanudado.

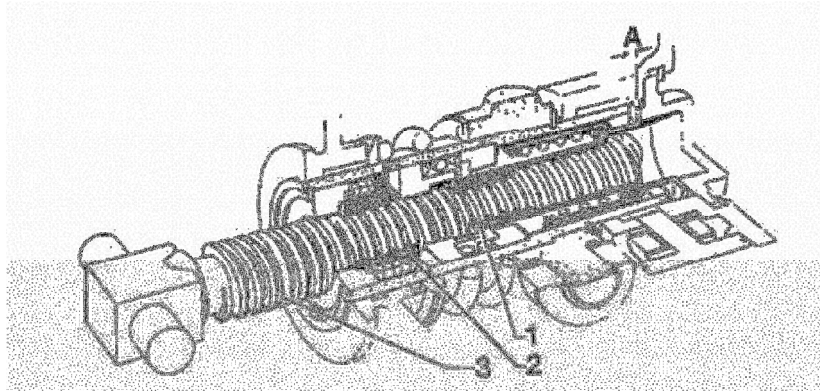


Figura 3: Ajuste de holgura.

2.2.1.3 Presión del cilindro como función de la carga de pasajeros del tren.

La presión en la suspensión secundaria que es regulada de acuerdo a la carga del tren, se envía al panel de freno para modular la presión en el cilindro de freno asegurando el mismo nivel de rendimiento del BFC sea cual sea la carga.

A su vez, la fuerza aplicada por la zapata en la rueda de seguridad está relacionada directamente con la presión neumática que ingresa al Block de frenos, siguiendo la siguiente relación:

$$F_{aplicada}(N) = [(P * S_{cyl} * 10 - F_{spring}) * A_{TBU} * R_{TBU}] * F_{opp}$$

El siguiente gráfico refleja el comportamiento de la Fuerza aplicada en la zapata en función de la presión neumática en el cilindro BFC.

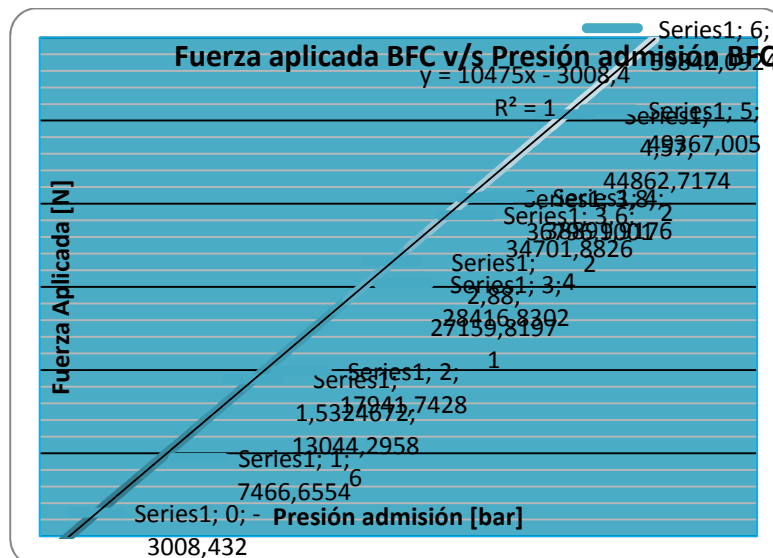


Gráfico 1: Gráfico de la Fuerza aplicada en la zapata en función de la presión de alimentación.

3. Objetivo

El presente documento tiene como objetivo principal describir las especificaciones técnicas y funcionales para el suministro de un banco de pruebas para los block de frenos BFC. Otra de las finalidades es que el proponente se pueda contextualizar en la problemática existente, mediante la explicación del funcionamiento y el estado actual de pruebas del componente.

4. Alcance

El alcance de esta especificación es indicar los requerimientos técnicos y funcionales del banco. Por lo que el proponente deberá realizar un estudio posterior para poder diseñar y presentar una solución técnicamente factible, como también seleccionar los equipos y/o componentes de acuerdo a las necesidades y capacidades del taller.

5. Especificación Funcional y Técnica

Se requiere que el proveedor realice la incorporación de un nuevo banco de pruebas para los block de frenos BFC del tren NS-93.

En este capítulo se contextualizará al proponente de la situación actual de las pruebas que se realizan al Block de frenos. Posteriormente se indicarán las características funcionales y técnicas mínimas que debe incluir el ofertante en su propuesta, las consideraciones que debe tener para el diseño y las normativas que cumplir.

5.1 Situación actual de pruebas del Block de Frenos BFC

Actualmente los BFC se prueban en un mesón en donde se pueden montar 8 block de frenos. Mediante una línea neumática, se comprueba el normal funcionamiento del componente, su estanqueidad y algún otro problema que se pueda apreciar visualmente.

A continuación se detallará en que consiste el procedimiento actual de comprobación del estado del block de frenos BFC.

5.1.1 Procedimiento de pruebas.

- Ubicar el bloque de freno en el banco de pruebas conectándolo a la red de aire comprimido.
- Presurizar el dispositivo a la presión de afloje especificada
- Aplicar el freno. Llevar a cabo repetidas aplicaciones de freno hasta que se obtenga el desplazamiento requerido. Simultáneamente verificar que el regulador de carrera trabaje correctamente.
- Admitir aire en la unidad a una presión de 600 KPa (6 Bar). Desconectar el suministro de aire y dar un minuto de tiempo para la estabilización de la presión. Comprobar la estanqueidad del dispositivo. No se permite ningún tipo de fuga en el block de freno.
- Realizar una inspección visual del componente.



Figura 4: Mesón con Block BFC.



Figura 5: Línea de presión neumática.

5.2 Requerimientos Funcionales del Banco para Block de Frenos BFC

La finalidad del banco es que se puedan visualizar y comprobar los parámetros más importantes involucrados a la hora de entrar en operación un block de frenos BFC, de esta manera se puede constatar previamente si existe algún problema en el mantenimiento y montaje de sus piezas.

Será de responsabilidad del oferente realizar levantamiento y análisis para comprobar y determinar cada uno de los rangos de trabajo de los componentes asociados a las funciones solicitadas.

A continuación se muestra un esquema del banco de pruebas que se requiere para el Taller Gran Revisión junto a las características mínimas que debe poseer el banco de pruebas son las siguientes:

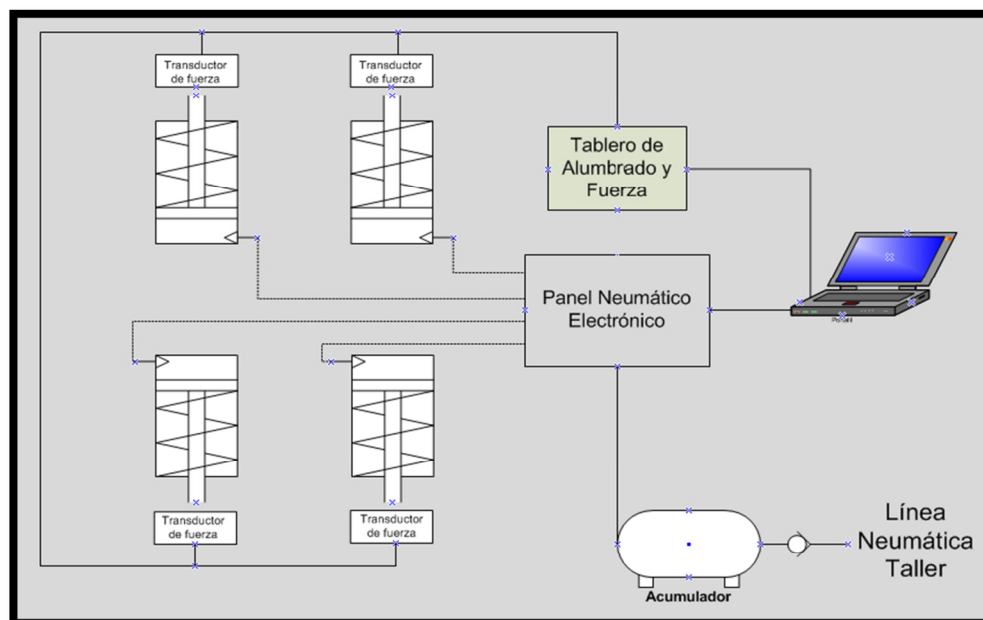


Figura 6: Esquema Nuevo Banco de Pruebas.

5.2.1 Presión de trabajo y Líneas de alimentación

REQ-1

La presión neumática utilizada por el banco debe ser tomada del circuito neumático instalado en el taller (4,5 - 8 bar) y ser capaz de alimentar por lo menos a 4 Block de frenos BFC simultáneamente con la presión que indique el operador. Por lo tanto el banco debe contar con líneas de alimentación neumática independientes para cada block de freno. Estas líneas de alimentación deben contar con su mecanismo de seguridad para evitar cualquier tipo de accidente, además las conexiones de aire deben ser compatibles con la tomas de aire del BFC.

Todo el sistema neumático del banco debe ser comandado por el software.

El banco debe incluir todo el conjunto de válvulas neumáticas necesarias para garantizar el funcionamiento seguro y correcto del sistema neumático, de acuerdo a los requerimientos estipulados en esta especificación.

Para efectos de garantizar una presión constante en las líneas de alimentación y los block BFC, el banco debe contar con un acumulador de aire comprimido.

El rango de la presión de trabajo va desde los 0 [bar] a los 6 [bar].

El Proveedor deberá suministrar los Certificados de Calibración del Banco de Prueba y cada uno de los componentes que así lo requieran (ejemplo: indicadores de presión, temperatura, caudal, velocidad, potencia, etc.).

5.2.2 Detección de fugas

REQ-2

El banco de pruebas debe ser capaz de detectar las de fugas de aire en el circuito de los cilindros de frenado BFC.

En el caso de existir, debe indicar cuanto es la caída de presión el block de frenos en el tiempo determinado por el operador.

Esta variable debe ser reflejada en un gráfico entregado por el software del banco.

5.2.3 Fuerza de frenado

REQ-3

Se deberá corroborar de acuerdo a la presión neumática de alimentación, el correcto desplazamiento del BFC al ser accionado y a su vez la fuerza aplicada por la zapata.

Para esta prueba se deberá considerar la información entregada en el punto 2.2 y en el gráfico 1.

5.3 Software

REQ-4

El software del banco de pruebas utilizado debe cumplir con los siguientes requerimientos mínimos:

- Creación de programas de trabajo, en donde se determina la prueba a realizar, la presión(es) de trabajo y las líneas de alimentación a utilizar.
- Controlar todas las funciones y parámetros ajustables del banco.
- Pulsador Start/END para la prueba de BFC.
- Pulsador en caso de parada de emergencia.

- Permitir el registro de un block de frenos a través de su número de identificación previo a realizar las pruebas.
- Lectura en tiempo real de las mediciones.
- Visualizador de las líneas de alimentación activas junto a su presión neumática respectiva.
- Alarma de averías, problemas técnicos o mal uso.
- Control de acceso para personal autorizado.
- Guardar historial de los resultados con la fecha y hora respectiva utilizando el número de identificación del block de frenos.
- Software amigable con el operador.
- Creación de informe técnico que indique el resultado de las mediciones realizadas y si el banco cumple o no con los parámetros de aprobación. Debe incluir gráficos para las pruebas mencionadas en los puntos 5.2.2 y 5.2.3.
- Entrada USB para exportar la información recopilada.
- Idioma español.

REQ-5

Respecto a la gestión de software, los requerimientos son:

- Entrega de todas las licencias de Software y documentación del hardware original del fabricante de los equipamientos y/o desarrollados por el integrador.
- Todo Software instalado, además debe ser entregado de forma física (CDs, pendrive, etc.)
- Todas las licencias de software que requiera adquirir el proveedor para el suministro del Sistema, las debe adquirir a nombre de Metro S.A.

5.4 Requerimientos Ambientales**REQ-6**

La solución del proponente debe ser apta para operar bajo las condiciones climáticas en las cuales se encuentra el taller. A continuación se adjunta una tabla con los parámetros a considerar:

Tabla 6: Parámetros Ambientales.

Parámetro	Valor
Temperatura	-10°C a 40°C
Humedad relativa máxima	70%

5.5 Requerimientos Eléctricos

REQ-7

Tablero de Alimentación, Cableado y Alimentación eléctrica independiente para el banco de prueba bajo Norma Eléctrica Chilena 4 / 2003, apropiado para incorporarlo en el Taller de Gran Revisión.

En caso de cortocircuito o sobretensión eléctrica el banco de pruebas de contar con sus protecciones adecuadas.

Los cables y elementos internos del banco de pruebas serán ignífugos y libres de halógenos, para esto, el contratista presentará los respectivos certificados de los fabricantes que comprueben este requerimiento.

El banco debe ser capaz de conectarse al empalme que disponga Metro.

Las conexiones eléctricas a través de Bornes Enchufes, conectores, regletas, puntas, grapas fijación protecciones y otros componentes, de fácil adquisición en el mercado nacional (que tengan representante y stock en el mercado Chileno).

5.6 Requerimientos Estructurales

REQ-8

La estructura para el montaje de los componentes del banco, como también para el soporte de los block de frenos, debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Módulo y/o Estructura en acero armable (tipo mecano), libre de soldaduras
- Considerar el espacio habilitado en la GR para la instalación del banco (2x3 metros como máximo).
- Fijaciones para las líneas neumáticas, que eviten un posible desprendimiento de estas del mesón.
- Fijaciones para los block de frenos, que permitan el ensamblaje de los componentes del block de frenos y también la realización de las pruebas.
- La altura del banco de pruebas debe considerar la ergonomía del operador.
- Será de responsabilidad del Proveedor verificar en terreno las dimensiones, alimentaciones eléctricas, neumáticas y otras que permitan al banco propuesto adaptarse a los espacios existentes, el cual debe ser de Estructura Modular para facilitar las actividades de mantenimiento y reemplazo de componentes del Banco de Pruebas.

5.7 Requerimientos de Interfaz de usuario

REQ-9

El banco de pruebas debe tener interfaz de usuario amigable con el operador. Es decisión del proponente si desea utilizar una pantalla HMI o un notebook. Las características mínimas en el caso que se utilice un PC o un notebook están estipuladas en el Anexo 4.

5.8 Requerimientos de Seguridad

REQ-10

El contratista además de suministrar el banco de pruebas en su conjunto, suministrará las protecciones necesarias para que el personal de Metro pueda operar el banco de pruebas con seguridad.

También deberá implementar un mecanismo de parada de emergencia del banco de pruebas, ante cualquier eventualidad que requiera la detención inmediata del equipo.

5.9 Vida Útil

REQ-11

El contratista deberá especificar en su oferta técnica-económica las condiciones generales que a su juicio Metro S.A debe tener en conocimiento, sobre la conservación, almacenaje, mantenimiento, calibración y otras similares, que aseguren la vida útil solicitada y el buen funcionamiento del equipo.

El equipo al igual que sus componentes debe tener una vida útil y obsolescencia mínima de 15 años.

6. Requerimientos de Mantenimiento

REQ-12

Como parte del suministro, el proveedor debe diseñar y entregar a Metro un Plan de Mantenimiento, que incluya una descripción de todas las actividades preventivas necesarias para mantener su sistema en operación normal. En este plan se debe considerar los siguientes aspectos mínimos:

- Se debe incorporar las actividades necesarias para mantenimiento preventivo (inspecciones, calibraciones/ajustes, lubricación, sustitución de componentes, etc.) y la frecuencia con la que deben ser ejecutados, esto para cada uno de los componentes del sistema.
- Respecto al Software o componente lógica del sistema, el contratista también deberá desarrollar un plan actividades, que considere pruebas del sistema, limpieza de bases de datos, u otra actividad de mantenimiento preventivo en este contexto y que sea necesaria para el correcto funcionamiento del sistema.
- Deberá generar un protocolo de verificación funcional del sistema y sus subcomponentes, incluyendo un árbol de fallas para la identificación de estas (árbol causa-efecto). Se debe incluir las instrucciones para desmontaje/montaje y reparaciones.
- Deberá confeccionar un listado de las herramientas necesarias para el mantenimiento preventivo y correctivo debe ser adjuntado.
- Se deberán describir los perfiles y/o certificaciones relativas al personal que realizara el mantenimiento.
- Se deberá entregar la arquitectura del sistema y su descomposición funcional a nivel general.
- Todos los elementos instalados por el contratista deben ser compatibles con las actividades de Mantenimiento (ej: acceso, inspecciones, limpieza, ajustes, etc.). De manera previa a la instalación del nuevo activo o ejecución del proyecto, se deben realizar en conjunto con las áreas mantenedoras pertinentes, todas las coordinaciones necesarias y definiciones técnicas y operativas, a modo de asegurar la compatibilidad con lo existente.

- Se tiene que realizar un protocolo de trabajo para definir la relación de Metro con el proveedor/mantenedor del sistema (Asistencia por Mantenimiento correctivo, coordinación de visitas, *checklists* de recepción y aceptación, informes, etc.)
- Se debe considerar una perspectiva de diseño estándar en dos aspectos:
 - En cuanto a la compatibilidad, se deben considerar elementos funcionalmente equivalentes para el sistema, de tal forma que sean homologables para su reemplazo.
 - Para cada uno de los elementos se debe garantizar la disponibilidad de más de un proveedor para su reemplazo, en caso de considerar adquisición de ingeniería, se debe contar con toda la información del diseño.

7. Requerimientos de Calidad

REQ-13

El Fabricante debe corresponder a una firma experimentada en el desarrollo, diseño e ingeniería para aplicaciones como las que hacen mención en este documento. Esta experiencia deberá ser acreditada mediante un detalle de los proyectos ejecutados de tipo similar al especificado.

El Fabricante debe contar con al menos 8 años de experiencia, en el diseño, la fabricación, la instalación, la puesta en servicio y el mantenimiento de equipos similares.

Deberá acreditar experiencia en el montaje de instalaciones de tipo similar. No obstante lo anterior, será el Proveedor quien tendrá la absoluta responsabilidad ante METRO S.A. del diseño, de la forma de ejecución de las instalaciones y su resultado final.

8. Personal para el desarrollo de los trabajos

REQ-14

El personal del Proveedor debe ser calificado e idóneo para las funciones específicas que realice, esto considera disponer del mejor equipo de profesionales para cubrir todos los requerimientos que sean necesarios para la buena ejecución y terminación del proyecto.

Para el caso de las instalaciones eléctricas al interior de las dependencias de Metro, estas deben ser realizadas por técnicos eléctricos autorizados y certificados por la autoridad nacional competente (SEC).

9. Condiciones de Ejecución y Montaje

REQ-15

El Proveedor debe considerar, dentro de los costos globales de su oferta técnico-económica, todas las actividades relacionadas con la ingeniería, diseño, suministro, instalación, puesta en marcha y capacitación, además deberá ser realizado siempre en coordinación con Metro S.A.

El Proveedor elaborará y someterá a la aprobación de Metro los procedimientos de trabajo que aplicará en la ingeniería, diseño, suministro, instalación, puesta en marcha y capacitación, en el plazo de diez (10) días contabilizados desde el inicio del Contrato.

En la elaboración de los procedimientos el Proveedor debe considerar que no se permitirá dejar sin funcionamiento la infraestructura actual del taller de Gran Revisión.

El Proveedor deberá aceptar la ejecución del trabajo, incluso en presencia de otros proveedores o contratistas que trabajan también en el sitio. No deberá causar molestia a esos otros proveedores o contratistas en la medida de lo posible.

Las detenciones o suspensiones que pudieran resultar para el Proveedor de la ejecución de todos los otros trabajos, corren a su costo y cargo.

Corre a cargo del Proveedor todo aquello que es necesario para la ejecución de los trabajos.

El Proveedor deberá asegurarse que su personal que realice trabajos en los edificios o en los recintos y vías de Metro S.A. cuenta efectivamente con las autorizaciones necesarias. Las solicitudes deberán ser presentadas dentro los plazos previstos por Metro S.A.

Este personal deberá estar en conocimiento de la normativa y reglamentación de Metro además de las debidas inducciones de la Mutual de Seguridad.

9.1 Plazo estimado

REQ-16

El plazo de entrega del banco se estima en 6 meses, desde la firma del contrato hasta la firma del Certificado de Recepción Conforme del Trabajo.

9.2 Programación de Trabajo

REQ-17

El Proveedor debe elaborar programas de trabajo, los que deberán ser informados y aprobados por Metro S.A semanalmente, esto con el fin de poder coordinar con las otras especialidades o proveedores. Los horarios disponibles para dichos trabajos serán desde las 08:30 Hrs hasta las 17:30 Hrs del día, pudiendo cambiar según necesidad del contratista y disponibilidad de Metro S.A.

9.3 Terminaciones.

REQ-18

En todos los lugares donde el Proveedor, producto de sus trabajos realice alguna modificación, ya sea por algún cambio o accidente, deberá reponer todo aquello que resulte dañado a su entero costo.

9.4 Equipos y Herramientas.

REQ-19

El Proveedor deberá disponer de todas las herramientas y elementos de protección personal que necesite su personal, debiendo ser de primera calidad y encontrarse en buen estado para asegurar la correcta ejecución de las obras.

9.5 Actividades y Obligaciones del Proveedor

REQ-20

El Proveedor es el único responsable de la ejecución de todos los trabajos asociados al Proyecto, incluidas las pruebas parciales y totales de funcionamiento.

Antes de iniciar las obras, el Proveedor deberá revisar cuidadosamente toda la información que le entregue Metro S.A. y deberá consultar oportunamente a personal definido por Metro, cualquier duda, discrepancia o problema de interpretación y aplicabilidad de alguna norma o criterio. Cualquier detalle en el documento, no libera al Proveedor de su obligación de ejecutar en forma correcta, segura y completa, esta parte del trabajo.

10. Pruebas y Puesta en Servicio

REQ-21

El proveedor deberá considerar dentro de los trabajos las pruebas necesarias que verifiquen el cumplimiento de todos los requerimientos técnicos y funcionales especificados. Además deberá probar el funcionamiento de los mecanismos de seguridad del banco de prueba.

11. Aceptación y Condiciones de Recepción

REQ-22

Lo descrito en el presente capítulo forma parte de los Requerimientos de Mantenimiento cuyo cumplimiento será requisito para la recepción final del banco de pruebas. Respecto a esto, el protocolo considera:

- **Formalidades:** Entrega de Documentación por medio de un acta detallada con la información contenida, y firma de cada uno de los involucrados. Se deben incluir copias digitales e impresas.
- **Recepción y Entrega de Activo e instalaciones relacionadas:** Se deberá establecer un documento detallado que considere: fecha de montaje, personal que participó en la instalación, pruebas efectuadas y su resultado, observaciones y firmas de los responsables. En caso de quedar temas pendientes, se debe definir un responsable, fecha de cierre del pendiente, y sanciones en caso de incumplimiento.
- **Recepción y Entrega final del Proyecto:** Se deberá establecer un documento detallado que considere: Fecha de inicio de Recepción Provisional, fecha de término de montaje, fecha de término de las garantías, observaciones

12. Capacitación

REQ-23

Como parte del suministro, el proveedor deberá considerar un ciclo de capacitación práctica y teórica para el área de mantenimiento (2 técnicos), considerando los siguientes aspectos mínimos:

- Descripción funcional del sistema, sus componentes y su operación general.
- Modo de uso del sistema, el detalle de sus características y capacidades.
- Actividades de mantenimiento preventivo.
- Descripción detallada del Sistema, con una descomposición detallada del árbol de averías.
- Procedimiento de diagnóstico y detección de fallas para mantenimiento correctivo.
- Actividades de mantenimiento correctivo, guía de solución de averías.

Este plan de capacitación, así como sus contenidos, debe ser consensuado previamente con el área mantenedora que recibirá la capacitación.

Tras finalizar la capacitación, los técnicos deberán entender el modo de funcionamiento del banco de pruebas, conocer los parámetros relevantes a evaluar en las pruebas y ser capaces de operar el banco de pruebas utilizando todas las funcionalidades que este posea. Además deben tener conocimiento de todas las posibles fallas que puede tener el equipo y saber la forma en la cual hay que abordarlas.

La capacitación, se podrá realizar de lunes a viernes de 8:30 a 17:30 hrs. Se planificará en conjunto con Metro.

13. Garantías

REQ-24

El Proveedor deberá presentar un documento escrito, aceptando reparar o reemplazar materiales defectuosos. Deberá aportar mano de obra, durante todo el período de garantía y sin costo para METRO S.A. Además, el Proveedor deberá proporcionar un Plan de Mantenimiento Preventivo. Este Plan de Mantenimiento deberá indicar la cantidad de horas-hombre comprometidas y el protocolo de pruebas a realizar en cada visita.

El citado documento deberá indicar explícitamente al menos la siguiente cobertura:

Se reemplazarán materiales defectuosos y suministrará mano de obra cuando se presenten fallas operacionales, funcionamiento por debajo de los mínimos requeridos, deterioro excesivo, evidencia que el sistema no será razonablemente mantenible durante la vida útil del resto de las instalaciones, desgaste anormal considerando la intensidad del uso, condiciones inseguras y otras condiciones similarmente insatisfactorias, inusuales o inesperadas. No se incluyen defectos ocasionados por alteraciones de las condiciones originales de los sistemas, uso abusivo, vandalismo, falla en suministro eléctrico y causas similares más allá del control del Proveedor o Fabricante.

Se debe incluir el Soporte preventivo y correctivo de Software y Hardware, incluyendo actualizaciones.

Además debe incluir una copia de toda la documentación relativa al período de garantía, incluyendo la descripción completa de su alcance y términos contractuales:

- Tiempo de respuesta ante la restitución de equipos y/o componentes en falla en periodo de garantía, este tiempo debe ser consensuado con el área mantenedora que recibirá el activo.
- Certificado de vigencia de los equipos y que no se encuentran obsoletos o fuera de fabricación al momento de la licitación. (indicar la vida útil y obsolescencia de los equipos).
- Certificado de pruebas de funcionamiento e integración de acuerdo a la especificación.

El Período de Garantía será de un año, a contar firma del Certificado de Recepción Conforme del Trabajo. El proveedor deberá considerar dentro de los trabajos las pruebas necesarias que verifiquen el correcto funcionamiento de todas las aplicaciones del banco y su puesta en servicio.

14. Documentación

REQ-25

De acuerdo a los requerimientos y consideraciones descritas en los puntos anteriores y en conjunto con la puesta en marcha proyecto, el contratista debe hacer entrega como mínimo de la siguiente documentación, la cual debe venir en idioma español:

- **Manual de Operación:** Documento que debe describir en detalle las funcionalidades del sistema y sus componentes en términos generales y a nivel modular, las opciones de configuración que posea

y las instrucciones de operación para el usuario para conseguir un desempeño óptimo. Este manual debe al menos:

- Especificar capacidades y desempeño funcionales.
 - Describir procedimientos para puesta en servicio/puesta en marcha, rodaje, operación en servicio continuo, parada controlada, incidencias y emergencias.
 - Hacer mención a las limitaciones de operación y precauciones.
 - Indicar procedimientos de verificación o diagnóstico a nivel funcional.
- **Manual Técnico del sistema:** Documento que describe en detalle el sistema y sus componentes, el cual debe contemplar lo siguiente:
 - Datos de fabricación, como fabricante, origen, año de fabricación, modelo y serie, dimensiones, peso, capacidad, requisitos de potencia, entre otros.
 - Descripción de componentes a nivel modular e interno.
 - Procedimientos de verificación a nivel modular y componentes internos (placas electrónicas, sistemas mecánicos, etc.), incluyendo puntos de prueba, con datos de referencia. Este documento debe contener la información suficiente para realizar un proceso de detección y corrección de fallas.
 - Debe hacer correcta referencia a planos, esquemáticos, diagramas y otros documentos que lo complementen.
 - **Manual de Mantenimiento:** Manual descriptivo de las actividades de mantenimiento preventivo que el sistema requiera, incluyendo procedimientos de verificación y diagnóstico a nivel funcional, uso de interfaces y todo recurso asociado al mantenimiento. Este documento debe hacer referencia a toda otra documentación complementaria, incluido el plan de mantenimiento y el catálogo de repuestos.
 - **Catálogo de partes y piezas:** Documento que debe incluir un listado completo de todos los elementos y componentes del sistema en su totalidad. Por cada uno de ellos se debe indicar:
 - Equipo, elementos de nivel superior y su desglose como arborización.
 - Descripción de los componentes y elementos.
 - Nivel de criticidad, según árbol de fallas y funcionalidad.
 - Vida útil y tasa de falla estimada para cada elemento/componente según aplique.
 - Indicar modelo, fabricante y proveedor.
 - Alternativas de proveedor para su reemplazo. Cuando no sea posible, indicar motivo.
 - Alternativas de fabricante y modelo equivalente. Cuando no sea posible, indicar motivo.
 - Plano esquemático donde se identifique cada sistema, sus componentes y para cada uno de estos, sus elementos.
 - Clasificación como parte “reparable” o “desechable”.

-
- Clasificación como parte “Intercambiable” o “No Intercambiable”. En caso de ser intercambiable, se debe mencionar si fuese necesaria alguna reconfiguración o su intercambio es directo.
 - **Planos de Instalación:** Documento CAD que incluye el detalle de montaje de cada uno de los componentes, indicando su ubicación, soportes, fijaciones, espacios utilizados, toma eléctrica, etc.
 - **Planos de Conexionado:** Documento CAD que incluya diagramas esquemáticos de conexión de módulos, identificando con su etiquetado correspondiente las señales y conexiones involucradas. Debe considerar los puntos de conexión a la red eléctrica.
 - **Planos de Diseño:** En el caso de placas electrónicas u otros, se debe hacer entrega de los diagramas esquemáticos y planos de construcción de módulos y subsistemas.
 - **Control de Calidad:** Se debe incluir una copia de toda la documentación relativa al control de calidad del sistema llevado a cabo durante su ejecución, lo que debe incluir como mínimo:
 - Protocolos de pruebas.
 - Procedimientos de pruebas realizados, que debe incluir una descripción de los puntos de inspección, variables verificadas, valores de referencia esperados, etc.
 - *Checklists* de verificación de cada componente, que muestre el resultado de cada prueba.
 - Actas o Certificados de recepción provisional.
 - Acta de Conformidad de usuario final.
 - **Licitación y Contrato:** Se debe hacer entrega de toda la documentación relativa a la etapa de Licitación (ya sea pública, privada, de adjudicación directa, etc.) y el Contrato, incluyendo sus aditivos, si los hay.
 - **Memoria de Cálculo:** De ser necesario el contratista deberá adjuntar una memoria de cálculo que justifique las características y dimensiones de los materiales y equipos utilizados.
-

ANEXO 1: Block de Frenos BFC: Conjunto y despiece


PARTS LIST

1741000540

PAGE

1

MARK

DATE

97-06-23

DRAWING NO

TYPE

DWN DATE

SIGN.

MOD. DATE

63777-103

96-07-03

97-02-10

DESIGNATION

BFC 511A Santiago

DET. NR. MATERIAL NO
QUANTITY UNIT DESCR

1	1741001001	1	ST	PUSH SLEEVE
2	1741002002	1	ST	FRONT GUIDE BUSH
3	1741003001	1	ST	ADJUSTER NUT
4	1741004001	1	ST	CLUTCH WASHER
5	1741005001	1	ST	REAR GUIDE BUSH
6	1741006100	1	ST	PRESSURE RING
7	* 1741007001	1	ST	LEADER NUT
8	1741008000	1	ST	SPRING SLEEVE
9	1741009033	1	ST	CONTROL SOCKET
11	1741011001	1	ST	ADJUSTER SPRING
12	1741012001	1	ST	CLUTCH SPRING
13	1741013001	1	ST	LEADER SPRING
14	1741014001	1	ST	BRAKE DISC
15	1741015000	1	ST	BAYONET WASHER
16	1741016013	1	ST	SPINDLE
21	1400500329	1	ST	RETAINING RING SGH60
22	1741420001	2	ST	BALL BEARING
27	* 1400030259	2	ST	O-RING 28,3X1,78
28	* 1400030235	2	ST	O-RING 29,8X2,62
29	* 1741029000	1	ST	SLIDE BUSH
30	1741030437	1	ST	HOUSING
31	1741417045	1	ST	PISTON
33	1741033002	1	ST	YOKE
37	* 1741037000	1	ST	SLIDE RING
38	1741038000	1	ST	LOCKING RING
44	1741044004	1	ST	CYLINDER LINER
45	* 1741045010	1	ST	BELLOWS
46	1741046001	1	ST	RETURN SPRING
47	1741047001	1	ST	PISTON SPRING
48	* 1741048001	1	ST	BUSH
49	* 1741049000	1	ST	BUSH
59	1400080	2	ST	SCREW M6SF-TAPTITE 8x16
61	* 1741061000	1	ST	O-RING 74,5X3
62	* 1400030473	1	ST	O-RING 174,3X5,7
64	* 1400030223	2	ST	O-RING 36,2X3
65	1741065001	2	ST	YOKE BEARING
66	1741066001	2	ST	REAR BEARING
67	* 1741067002	1	ST	CABLE TIE
69	1400023145	4	ST	SCREW M12X25 ZN VERBUS TENS.
70	1741070003	6	ST	THREAD INSERT M20x2,5x25
71	1400500335	1	ST	RETAINING RING SGH75
72	1400500152	1	ST	RETAINING RING SGA 67
73	1400500149	2	ST	RETAINING RING SGA29

System Print AB, Landskrona 403 13

Address
SAB WABCO AB
Instrumentgatan 15
Box 515
S-261 24 Landskrona, Sweden

Phone
+46 418 544 00
Org.nr
556058-9664

Teletax
+46 418 106 90
VAT No.
SE556058966402

Postgiro
38 90 19-1
Bankgiro
5474-7795

Bankers
Nordbanken
S-201 20 Malmö
SWIFT: NBBKSE33
Acc.No. 3076-7702190


PARTS LIST

1741000540

PAGE

2

MARK

DATE

97-06-23

DRAWING NO

TYPE

OWN DATE

SIGN.

MOD. DATE

63777-103

96-07-03

97-02-10

DESIGNATION

BFC 511A Santiago

DET.NR.	MATERIAL NO	QUANTITY	UNIT	DESCR
74	* 1741074003	1	ST	PACKING CLIP
76	1741076006	1	ST	DISTANCE SLEEVE
77	1741077000	1	ST	SOCKET
78	1741078000	1	ST	FRICTION CLUTCH PIN
79	1741079000	2	ST	FRICTION CLUTCH PIN SCREW
81	1741081001	1	ST	BRAKE SHOE HOLDER PIN
85	* 1741085001	2	ST	FRICTION WASHER
86	1710125001	2	ST	WASHER
87	1741087003	1	ST	LOCATING BOSS
88	1741088004	1	ST	SIGN SANTIAGO METRO
89	1741089033	1	ST	BRACKET
90	1019300348	2	ST	BUSH
91	1741091066	1	ST	BRAKE SHOE HOLDER, HF 860 UIC
92	* 1741092001	1	ST	CENTERING TUBE
94	1741094100	1	ST	SUSPENSION LINK
95	1710130001	1	ST	RIVET
96	1741096003	1	ST	RETURN SPRING
100	1710117000	4	ST	BUSH
101	1400216	1	ST	NUT DIN 980 M20 8-NF-FZB
102	1400040114	2	ST	DRIVE SCREW KDS 4x5 FZ SS1
103	1400200137	1	ST	WASHER BRFB 21x36x3
112	1741112000	12	ST	SPRING WASHER 40/14, 3/1, 25
114	1741114000	1	ST	JOINTING RING
116	* 1400030256	4	ST	O-RING 17,1X1,78
138	1741138000	1	ST	SOCKET M16
141	* 1741141033	1	ST	CABLE TIE
214	1741214007	2	ST	BRAKE SHOE KEY
232	1741232101	1	ST	CYLINDER COVER W AIRCONNECTION
243	1710123000	1	ST	RETURN SPRING
259	* 1741259200	1	ST	BREATHER
260	* 1741260000	3	ST	PLUG
301	1400037001	1	ST	SCREW M16X200
311	1400201	2	ST	SCREW MC6S 16x45
312	1400202	2	ST	SCREW MC6S16x60
313	1741070002	4	ST	THREAD INSERT M16x24
320	* 1741320000	2	ST	DISTANCE WASHER
321	1400223	1	ST	SCREW M6SF 8x35 8.8 FZB
331	1741331001	2	ST	PIN
332	1753042000	2	ST	SPRING CLIP
333	1741333000	1	ST	PLUG DIN 908 M12X1,5
340	1741340000	1	ST	WEAR PROTECTION
341	1400200108	2	ST	PLANE WASHER BRB 3,2x6
343	1741415000	2	ST	BEARING PIN
374	171062	1	ST	SIGN BFC
375	1400040117	2	ST	DRIVE SCREW

System Print AB, Landkrona 4/08/13

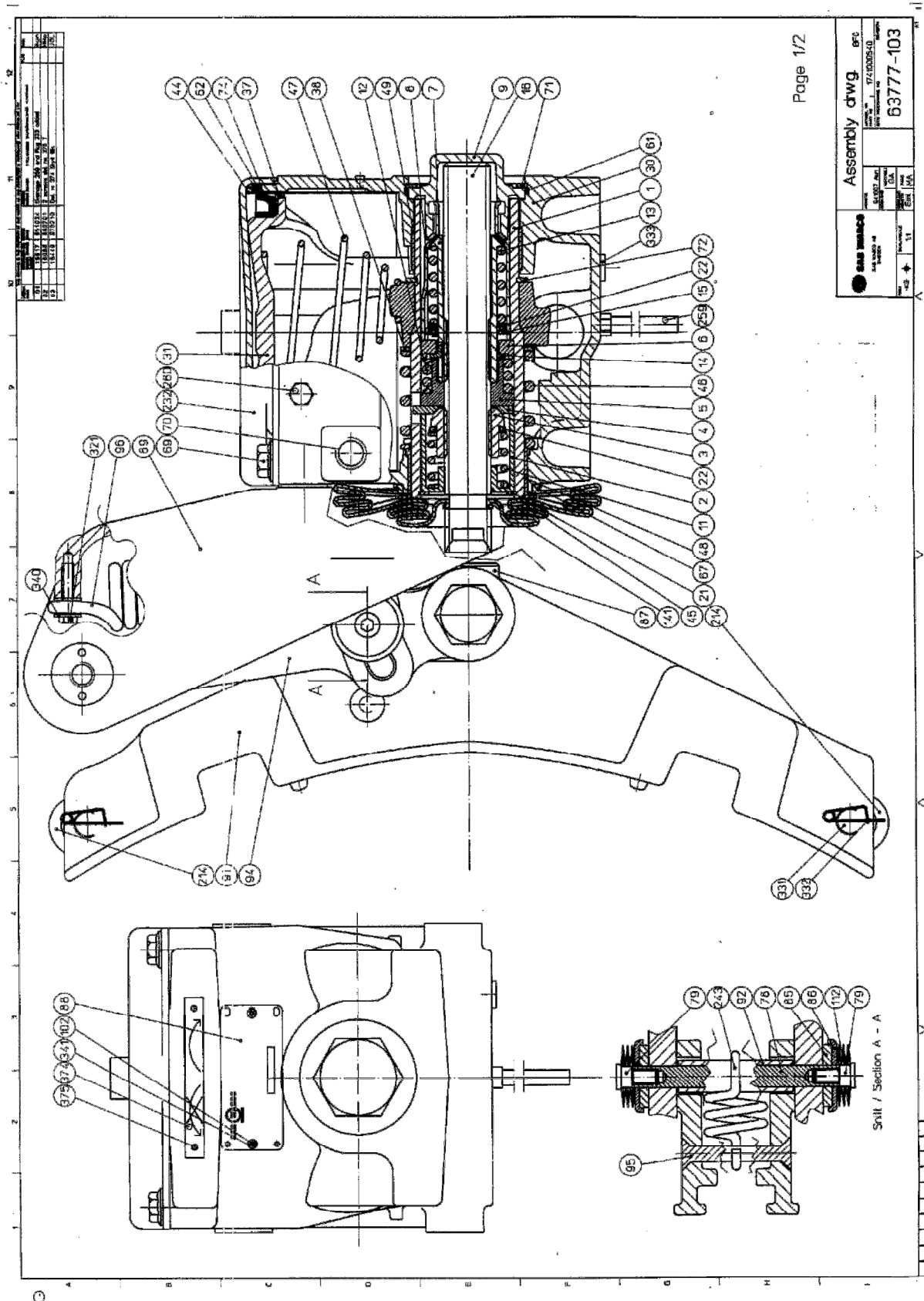
Address
SAB WABCO AB
Instrumentgatan 15
Box 515
S-261 24 Landkrona, Sweden

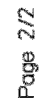
Phone
+46 418 544 00
Org.nr
556058-9664

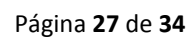
Telefax
+46 418 106 90
VAT No.
SE556058966402

Postgiro
38 90 19-1
Bankgiro
5474-7795

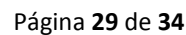
Bankers
Nordbanken
S-201 20 Malmö
SWIFT: NBBKSESS
Acc.No. 3076-7702190



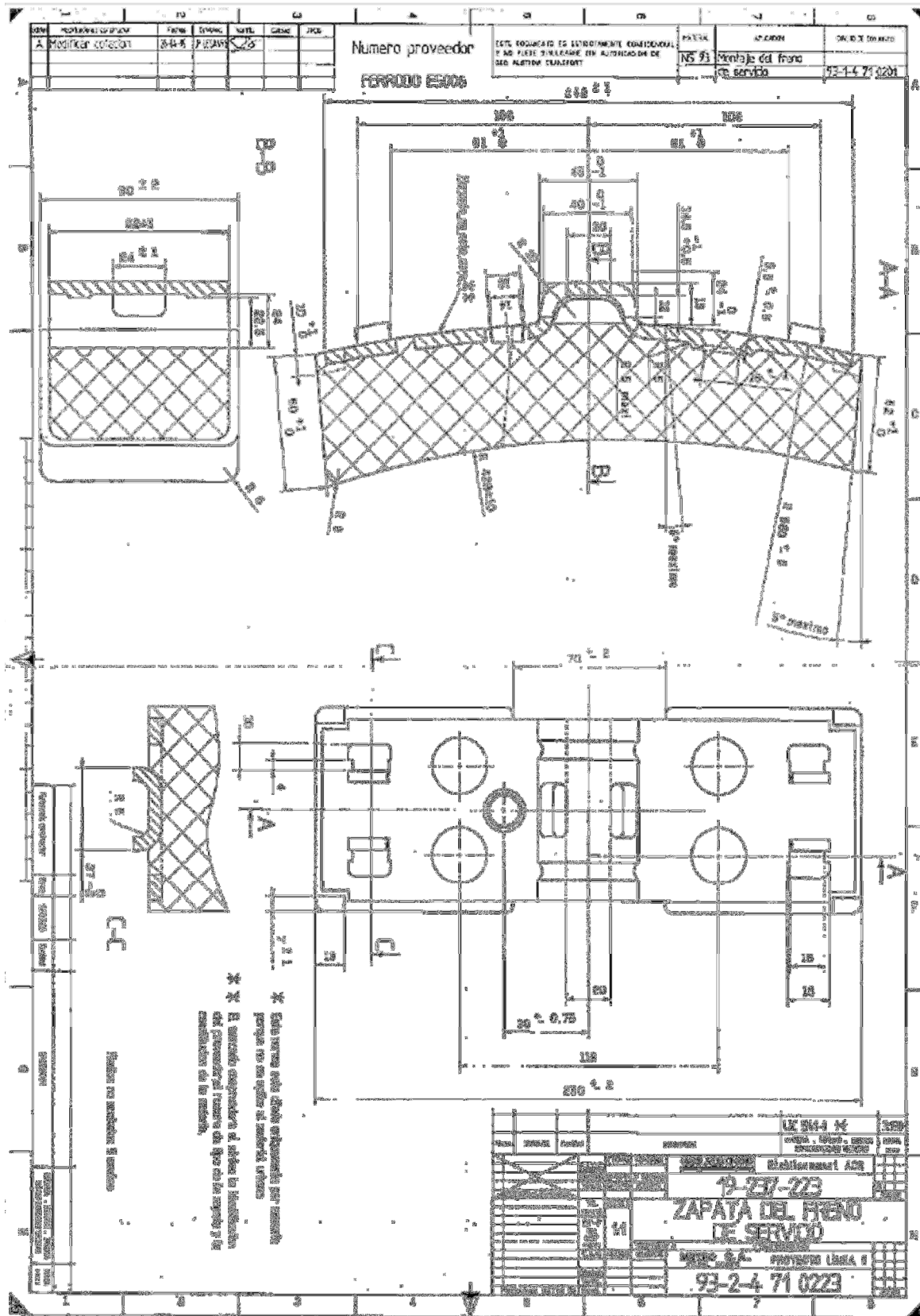




ANEXO 2: Montaje Block de Frenos BFC



ANEXO 3: Zapatas Block de Frenos BFC



ANEXO 4: Requerimientos Notebook o PC

ESPECIFICACIONES NOTEBOOK CORPORATIVO METRO S.A.

Especificaciones Técnicas del Hardware Estándar

Descripción	Requerimiento
Tecnología	Intel® Core™
Procesador	Intel® Core™ i7 6500U
Memoria Ram	12 GB DDR3L
Tarjeta de Video	Intel HD Graphics integrada
Tarjeta de Red	Intel 10/100/1000
Conexión inalámbrica	Intel Wireless + bluetooth 4.0
Disco Duro	500 GB SSD
Monitor	14" resolución (1920 x 1080)
Teclado	USB Español Multimedia de la Marca
Mouse	USB Scroll óptico de la Marca
Puertos USB Disponibles	3 USB 3.0
Requisitos mínimos	Chip Set Integrado 1 x Puerto de Audio (Line-in, Line-out, Mic-in) 1 x puerto RJ45 LAN 1 x Mini Display Port 1 x Alimentación CA 1 x conector Docking station 1 x conector audio auriculares micrófono combinado.
Lector de Tarjeta	Lector interno de multitarjeta 4-in-1
Parlantes	Integrados
Teclado	Tamaño normal ergonómico resistente a derrame
Fuente Alimentación	Adaptador de CA inteligente de 45 W Cable de poder debe incluir adaptador de energía para alimentación eléctrica nacional.
Batería	6 Celdas, duración 9 horas
Seguridad	Ranura para bloqueo de seguridad Lector de huellas digitales Lector de tarjeta inteligente integrado (activo)

Especificaciones Técnicas del Software Estándar

Descripción Licencia	Requerimiento Licencia
Sistema Operativo	Windows 10 Professional Software Spanish 64 bits OPEN. Debe incluir medios de instalación y derechos para downgrade.
Suite Office	Microsoft Office Standard 2016 Español OLP NL Gov.
Antivirus	Mcafee Endpoint protection Advanced Suite incluye Antispyware 5.0.5 o superior

ESTANDAR PC Y LICENCIAMIENTO METRO S.A.**Especificaciones Técnicas del Hardware Estándar**

Tecnología	Intel® Core™
Procesador	Desde Intel® Core™ i7
Memoria Ram	Desde 8 GB
Tarjeta de Video	Intel HD Graphics
Tarjeta de Red	100 / 1000
Disco Duro	1 TB SATA, 7200 RPM
Unidad Óptica	DVDRW 8x o superior interno
Monitor	20" Wide
Teclado	USB Español Multimedia de la Marca
Mouse	USB Scroll óptico de la Marca
Puertos USB 2.0 Disponibles	2 Laterales (3.0), 4 Posteriores(2.0)
Requisitos mínimos de Placa Madre	Chip Set Intel 1 x HDMI 1 x puerto de Audio (Line-in, Line-out, Mic-in) 1 x puerto RJ45 LAN Tarjeta Inalámbrica 802.11 b/g/n
Lector de Tarjeta	Lector interno de tarjetas SD/MS/MSPRO/MMC/CF
Parlantes	Integrados con conexión a audífonos
Alimentación	Cable de poder debe incluir enchufe Magic de 10A y 250V. .

Especificaciones Técnicas del Software Estándar

Descripción Licencia	Requerimiento Licencia
Sistema Operativo	Windows 10 Professional Software Spanish 64 bits OPEN. Debe incluir medios de instalación y derechos para downgrade.
Suite Office	Microsoft Office Standard 2016 Español OLP NL Gov.
Antivirus	Mcafee Endpoint protection Advanced Suite incluye Antispyware 5.0.5 o superior