



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

BANCO DE PRUEBAS PARA VÁLVULAS ZFR

**Especificación Funcional y Técnica**

**DOCUMENTO EMITIDO PARA LICITACIÓN**

GERENCIA DE INGENIERÍA Y PROYECTOS OPERACIONALES

**SANTIAGO DE CHILE**

**NOVIEMBRE 2017**

## Contenido

1.	Glosario de Términos y abreviaturas.....	3
2.	Introducción .....	3
3.	Objetivo .....	3
4.	Alcance.....	3
5.	Normativa aplicable .....	3
6.	Condiciones y Requerimientos Generales de Operación .....	4
6.1	Sistema Neumático del tren NS-93.....	4
6.2	Manóstatos de 4 contactos, ZFR. ....	4
7.	Especificación Funcional y Técnica .....	6
7.1	Requerimientos Generales .....	6
7.2	Requerimientos Eléctricos .....	8
7.3	Requerimientos Mecánicos .....	9
8.	Requerimientos Ambientales .....	9
9.	Requerimientos de Mantenimiento.....	10
10.	Interfaces .....	10
11.	Personal para el desarrollo de los trabajos.....	10
12.	Transporte y embalaje .....	10
13.	Condiciones de Ejecución y Montaje.....	10
14.	Pruebas y Puesta en Servicio .....	11
15.	Aceptación y Condiciones de Recepción.....	11
16.	Capacitación .....	11
17.	Garantías .....	12
18.	Documentación.....	12
19.	Gestión y Control de la Ingeniería.....	12
20.	Anexos .....	12
20.1	Anexo 1, Manual Usuario Banco de Pruebas ZFR .....	12
20.2	Anexo 2, Requerimientos de Mantenimiento V2.....	13

---

## 1. Glosario de Términos y abreviaturas

- ZFR: Manóstatos de 4 contactos que trabajan en el sistema de freno en base a las presiones de aire comprimido que recibe acciones de contactos eléctricos para información al tren.
- NS-93: Serie de Trenes de rodado neumático, compra firmada en Santiago de Chile el año 1993.
- SIE: Sistema Informático Embarcado.

## 2. Introducción

Dentro de los equipos neumáticos del tren NS-93, existen elementos que deben monitorear la correcta aplicación de la presión de frenado, en los blocks de freno, encargados de detener el tren. Uno de estos elementos corresponde al “Mano-contacto de presión de frenado” ZFR.

Metro de Santiago requiere para su flota de trenes NS-93, un banco de pruebas para los ZFR, fabricados por Faiveley. Actualmente existe un banco de pruebas, que cuenta con instrumentación que no permite tener todas las comprobaciones necesarias al momento de realizar una prueba, para así certificar un ZFR. Este banco de prueba se encuentra operando en el Laboratorio de Neumática, de la Gerencia de Mantenimiento. Estos bancos de prueba llegaron el año 1997, como parte del contrato de suministro y mantenimiento de trenes NS-93.

## 3. Objetivo

Las presentes especificaciones técnicas, tienen por objetivo describir los requerimientos y condiciones necesarias que buscan proveer al Laboratorio de Neumática de Metro S.A. de un Banco de Prueba para los manóstatos de 4 contactos, también llamados ZFR (marca Faiveley), que se utilizan en los coches del tren NS-93.

## 4. Alcance

Se requiere que el Contratista realice la ingeniería, diseño, estudios, suministro, instalación, puesta en marcha y capacitación, así como las implementaciones necesarias que permitan la instalación y el correcto funcionamiento del o los equipos y de su interfaz con el manóstatos descrito en la presente Especificación Técnica y con el entorno donde debe trabajar el banco de pruebas. El Contratista debe considerar, dentro de los costos globales de su oferta técnico-económica todas estas actividades.

Será de responsabilidad del Contratista verificar en terreno las dimensiones, alimentaciones eléctricas, neumáticas y otras que permitan al banco propuesto adaptarse a los espacios existentes, debe ser modular, lo anterior para determinar la solución óptima de instalación y puesta en servicio.

El Contratista tendrá especial cuidado en el trabajo de interfaces, de conexión, etc. con otros sistemas, el equipo deberá operar con las condiciones existentes en las instalaciones de Metro S.A.

## 5. Normativa aplicable

Para etapas eléctricas rige bajo la normativa de instalaciones eléctricas vigente a nivel nacional.

Para las instalaciones neumáticas respetará los funcionamientos que presenta el tren en su diseño.

## 6. Condiciones y Requerimientos Generales de Operación

### 6.1 Sistema Neumático del tren NS-93

El sistema neumático del tren es el encargado de generar el aire utilizado para el frenado mecánico y la suspensión secundaria en los coches.

El aire es generado por compresores de pistón, ubicados en los coches remolques (2 para los trenes de 6 coches y tres para los de 7 y 8 coches). El aire pasa luego directamente a secadores de aire (de adsorción de humedad) y luego a los estanques acumuladores.

El aire es enviado a los puntos de consumo a través de la tubería de equilibrio, que pasa por todos los coches del tren.

Además de alimentar con aire, el frenado neumático y la suspensión de los coches, alimenta los Relés de Vigilancia de Presión (ZVG.CQ), en los coches N1, N3, N4 y N5, encargados de monitorear que la presión sea mayor de los 5,8 bares (presión mínima requerida para asegurar el frenado de urgencia en el tren) y los CT1 y CT2, Captores de Presión ubicados en el coche N2, encargados de indicar la presión de aire en la CE, para la puesta en marcha o la detención de los Compresores (Regulación), comandada por los Ordenadores.

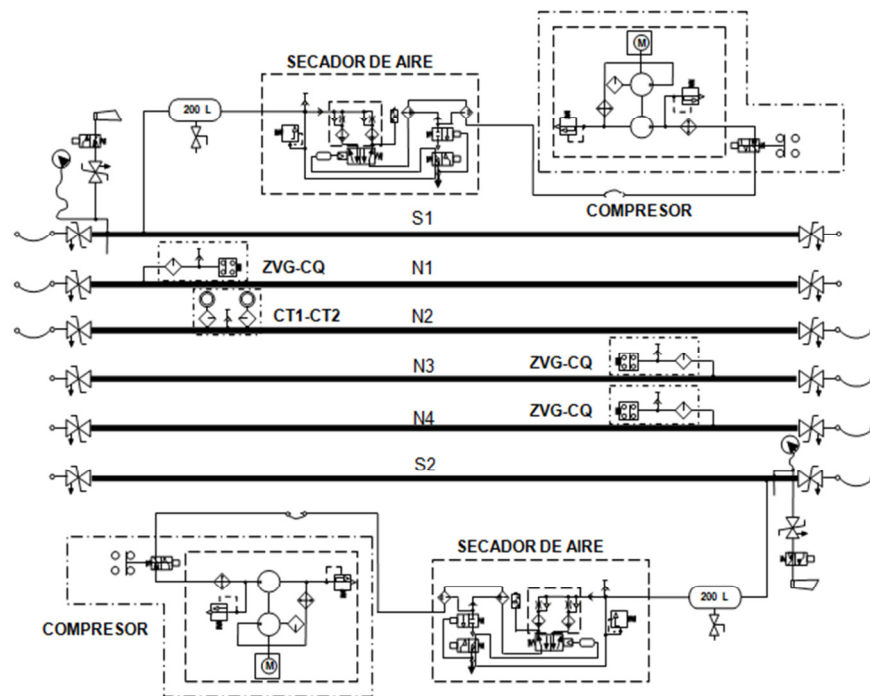
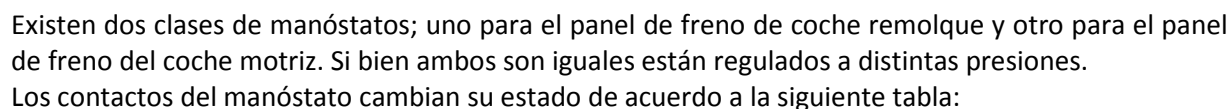


Figura: Diagrama de tren en formación de 6 coches con dos compresores.

### 6.2 Manóstató de 4 contactos, ZFR.

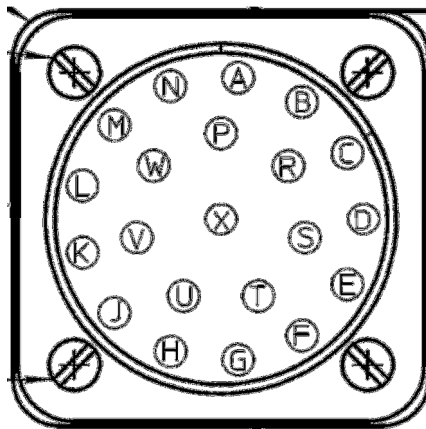
Este dispositivo es el encargado de informar al sistema informático del tren el estado en que se encuentra la presión del frenado neumático, para esto cuenta con entradas de aire comprimido y 4 contactos eléctricos, los que bascularán según la presión que exista en la entrada de aire.

Como se dijo anteriormente el Z.FR posee 4 pares de contactos que informan al SIE y al tren del estado del freno en los bogies del tren.

[illegible]

Página 5 de 13

Trabaja con una presión neumática máxima de 10 BAR, tensión de los contactos: 72 Vcc. Para sus conexiones eléctricas, el ZFR, cuenta con un conector de marca Souriau 8525 10R 22B21 PNH, Deutch FDBQ 50 22 21 PNK A 315 o similar, circular de 21 pines como se muestra a continuación:



## 7. Especificación Funcional y Técnica

### 7.1 Requerimientos Generales

#### REQ-1

Se requiere fabricar un banco de pruebas de las mismas características que el banco existente, que compruebe el buen funcionamiento neumático y eléctrico de los manóstatos ZFR, con tecnología actual, indicadores electrónicos y niveles de seguridad en sus conexiones e interfaces.

Para esta labor, se requiere que el banco de pruebas cuente con un módulo neumático y otro electrónico, que controle y señalice mediante diodos LED los estados en los que se encuentran todos y cada uno de los contactos, en forma independiente y según los esquemas eléctricos el dispositivo ZFR en pruebas. Hoy el equipo actual no entrega todas las señalizaciones y prueba los contactos todos a la vez, por lo que pueden existir errores ya que todos los contactos se energizan de una vez.

#### REQ-2

Se requiere un compresor de caudal suficiente que permita contar con una presión neumática estable, que entregue aire comprimido limpio y seco a la presión requerida, y un estanque que permita tener estas condiciones. Para esto, el contratista entregará el cálculo de la presión de aire y consumo, que justifique el compresor ofertado.

#### REQ-3

Se requiere que se agreguen LED's de señalización eléctrica, ya que el banco actual no señala todos los estados posibles del manóstatos. Indicará el estado encendido del equipo y un indicador de prueba aceptada y de prueba rechazada cuando corresponda. El banco realizará en forma secuencial y separada las pruebas para cada uno de los contactos, según los esquemas eléctricos que se entregarán al contratista y señalará el éxito de la prueba de cada contacto. Se requiere también, agregar una prueba

de aislamiento eléctrico del dispositivo ZFR a trabajar en etapa de diseño, que será señalizada también por el banco de pruebas.

**REQ-4**

Contará con filtros, deshumidificador, regulador e indicadores electrónicos del nivel de presión en cada una de sus etapas. El caudal mínimo que hoy utiliza el banco de pruebas es de 150 Litros/Minuto. Y también cuenta con 6 llaves neumáticas para controlar presiones en las distintas etapas de prueba, incluso el escape de aire.

**REQ-5**

Para las conexiones neumáticas a la red de 10 bar, se debe contar con un acople rápido y de alta seguridad. No se permitirán sujeciones de mangueras o tuberías neumáticas mediante abrazaderas, sino que serán del tipo emballetado.

**REQ-6**

Contará con las protecciones neumáticas por sobrepresión y eléctricas por sobre tensión o sobrecorrientes, necesarias para proteger tanto al operador, los manóstatos en prueba y al mismo banco de prueba.

**REQ-7**

Si hay nuevas funciones que el proponente cree por su expertiz deberían estar presentes en su solución, se deberán detallar a Metro S.A. en etapa de diseño.

**REQ-8**

Será de responsabilidad del oferente realizar el levantamiento y análisis para determinar y confirmar cada uno de los rangos y lógicas de trabajo asociados a las funciones de cada bloque que se requiere fiabilizar en el banco de pruebas. Para lograr un mejor entendimiento del banco actual y su funcionamiento, se adjunta como anexo el manual de uso del fabricante Sab Wabco.

**REQ-9**

El contratista se responsabiliza por normalizar o estandarizar: alimentaciones, conexiones y disciplina (eléctrica, neumática, mecánica, etc.), para asegurar que la propuesta se integra en un 100% a lo solicitado y a las instalaciones existentes y a los dispositivos que se desea probar.

**REQ-10**

No utilizará tecnología, código, software, y/o elementos propietarios, sino que será del tipo estándar, es decir, que se comercialice ampliamente en el mercado nacional, esto con el fin de no quedar desabastecidos en caso de requerir algún repuesto. En caso de utilizar software o firmware no comercial o desarrollado para o por el contratista, deberá entregar los programas fuentes, sin ocultar la identificación de los chips utilizados o la encriptación de los mismos.

**REQ-11**

Producto de la Ingeniería de Detalle que realizará el contratista, se definirá los parámetros de aprobación y rechazo para cada elemento a probar.

**REQ-12**

En cada etapa del diseño y con una periodicidad de una vez por semana, se presentará a Metro S.A. un avance de la ingeniería y de cada etapa del desarrollo para que Metro pueda realizar sus observaciones.

**REQ-13**

El banco de pruebas debe realizar un autotest de inicio e informará su estado al operador mediante alguno de los indicadores electrónicos o la solución que el contratista presente.

**REQ-14**

El plazo de ejecución del Proyecto debe ser de 6 meses, desde la firma del Contrato hasta la firma del Certificado de Recepción Provisional de los trabajos.

**REQ-15**

La propuesta debe quedar instalada, probada y funcionando al 100% al interior de Laboratorio Neumático, Talleres Neptuno propiedad de Metro S.A.

**REQ-16**

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

**REQ-17**

El Contratista deberá estar en condiciones de proporcionar todos los instrumentos que se requieran para efectuar las pruebas, controles y mediciones.

**REQ-18**

El Contratista deberá considerar dentro de la puesta en servicio los trabajos y pruebas necesarias que certifiquen el correcto funcionamiento e instalación del banco de prueba.

El Contratista 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.).

Los elementos y materiales que se utilicen para la fabricación del banco de pruebas, deben ser ignífugos, libres de halógenos, lo que será fácilmente comprobable si Metro lo exige.

**REQ-19**

Luego de terminado el autotest del equipo, no requerirá más que montaje del manóstató ZFR a probar para hacer uso del banco y comenzar las pruebas.

**REQ-20**

Cada instrumento, diodo led o botonera, tendrá una etiqueta de alta resistencia que identifique el elemento.

**REQ-21**

El contratista podrá revisar el equipo actual que se encuentra en funcionamiento en Laboratorio Neumático, pero en ningún caso lo dejará fuera de servicio y accederá a él siempre y cuando Metro la autorice.

**REQ-22**

En especial el Contratista deberá dotar a su personal de elementos de protección personal tales como mínimo de casco, zapatos de seguridad dieléctricos, chaleco reflectante, anteojos. En forma extraordinaria se podría utilizar protectores de oídos, guantes, u otros.

## **7.2 Requerimientos Eléctricos**

**REQ-23**

La tensión de alimentación del módulo electrónico, será la tensión domiciliar utilizada en Chile, 220 Vac 50 Hz.



**REQ-24**

Las conexiones eléctricas hacia los contactos auxiliares, provistos por el banco, deberán ser diseñados para una alta manipulación, lo que evitará que estos se corten o se pierda aislación, pudiendo provocar electrocución o corto circuitos. Esta conexión con el manóstató, se debe integrar perfectamente a través del conector que utiliza el tren que debe ser provisto por el contratista que se adjudique este banco de pruebas. Deberá utilizarse un conector circular de 21 pines del tipo Souriau, Deutch o similar que cumpla con las características de intensidad de corriente y tensión necesarias para el banco de prueba y que permita lo solicitado en este punto de forma segura.

**7.3 Requerimientos Mecánicos****REQ-25**

El Banco de Pruebas no puede exceder las dimensiones que en conjunto con Laboratorio Neumático se informen en etapa de licitación.

**REQ-26**

El Contratista tendrá especial cuidado con los conectores donde se conecta el manóstató ZFR que se prueba en el banco a fabricar, ya que es el banco de pruebas el que debe adaptarse y considerar la interfaz necesaria para conectar cada manóstató a probar.

**REQ-27**

El contratista, incorporará en su oferta la estantería o mobiliario necesaria para la instalación de todos los elementos del banco de pruebas y también del Manóstató ZFR con sus conexiones respectivas, de modo que este dispositivo quede instalado con seguridad y de manera que todas las pruebas no sufran ninguna desviación producto de la instalación y el sistema se mantenga sin pérdidas (estanco).

**REQ-28**

Se rotulará con etiquetas los conectores, cables y elementos. Las etiquetas serán ignífugas y de alta durabilidad.

**REQ-29**

El mobiliario o rack, no se debe fijar a piso o paredes de manera permanente, esto, ante un cambio posterior del layout del laboratorio.

**REQ-30**

Debe respetarse la instalación del banco de pruebas de modo que sea fácil el acceso a cualquier etapa del equipo. El banco propuesto debe adaptarse a los espacios existentes, y debe ser de Estructura Modular para facilitar las actividades de mantenimiento y reemplazo de los componentes del banco de pruebas.

**8. Requerimientos Ambientales****REQ-31**

Los equipos a instalar deberán estar diseñados para funcionar en los rangos de temperatura ambiente y humedad de la ciudad de Santiago de Chile y en particular del Laboratorio Neumático de Metro de Santiago en Talleres Neptuno.

**REQ-32**

El banco no deberá generar emisiones contaminantes ni radiación eléctrica que interfiera con los demás equipos del laboratorio, ni tampoco se verá afectado por radiaciones que otros equipos pudieran emitir.

## **9. Requerimientos de Mantenimiento**

### **REQ-33**

Se presentan en el anexo 2 (Requerimientos de Mantenimiento V2.pdf)

## **10. Interfaces**

Ante cualquier modificación de los arranques eléctricos o neumáticos, el contratista debe programar con el jefe de proyecto Metro.

## **11. Personal para el desarrollo de los trabajos**

El contratista contará con personal idóneo para las labores solicitadas. Esto se certificará mediante los curriculum y certificados de estudios en las disciplinas o especialidades de los técnicos o profesionales que desarrollarán el equipo.

## **12. Transporte y embalaje**

El contratista se hará cargo del transporte e instalación del banco de pruebas solicitado en Laboratorio Neumático, Gran Revisión, Taller Neptuno.

## **13. Condiciones de Ejecución y Montaje**

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

El contratista 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 hábiles contabilizados desde la firma del contrato.

En la elaboración de los procedimientos el contratista debe considerar que no se permitirá dejar sin funcionamiento la infraestructura actual del Laboratorio Neumático.

El contratista deberá respetar las condiciones, el escalonamiento y el fraccionamiento de los trabajos, las horas y los puntos de introducción del material y de almacenamiento de este último, sin poder pretender ninguna indemnización y plazo suplementario debido a los atrasos causados por las dificultades de aprovisionamiento.

Se deberá regir bajo las normativas y procedimientos internos Metro

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

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

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

El contratista deberá asegurarse que el personal que realice trabajos en los edificios o cualquier recinto de Metro S.A, cuenta efectivamente con las autorizaciones e inducciones necesarias para el tránsito y trabajos en talleres.

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

Los horarios disponibles para los 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.

#### **14. Pruebas y Puesta en Servicio**

El Contratista deberá realizar pruebas en sitio que garanticen el correcto funcionamiento del sistema. Además, debe entregar a Metro para su comentario y aprobación con una anticipación de un (1) mes mínimo antes de la fecha prevista para este ensayo, el cuaderno de pruebas que permite la verificación de la buena integración de todos los equipos que forman parte del banco de pruebas y garantiza que todas las etapas de la instalación, integración y verificación por parte del Contratista en el sitio del equipo presentado se concluyeron satisfactoriamente.

#### **15. Aceptación y Condiciones de Recepción**

Las pruebas de recepción se efectúan conjuntamente entre el Contratista y Metro, siendo el Contratista totalmente responsable de la conformidad de los materiales y equipos con esta especificación, así como del funcionamiento del sistema.

Para la realización de estas pruebas, el Contratista deberá poner a disposición de Metro.

- El personal necesario
- El conjunto de los medios y materiales de ejecución, tales como herramientas, equipos de medición, equipos de comunicación, entre otros
- Los documentos y planos aprobados por Metro, necesarios para las pruebas
- Los cuadernos de pruebas correspondientes con los resultados de los ensayos del Contratista. Metro se reserva el derecho de realizar pruebas adicionales que considere convenientes y/o comprobar por muestra (Para tal efecto, el Contratista deberá poner a disposición de Metro los medios humanos y materiales indicados en los cuatro puntos mencionados con anterioridad).

#### **16. Capacitación**

La capacitación será para 6 personas que Metro señalará. Será a nivel de usuario y mantenedor, incluye teoría, práctica y todas las funcionalidades del banco diseñado. Luego de esta capacitación los

operadores serán capaces tanto de operar como de mantener preventiva y correctivamente el banco de pruebas, llevar el control de la periodicidad de las calibraciones, etc.

El contratista presentará un Plan de Capacitación Formal con personal que tenga el nivel de experto en el sistema a presentar. El contratista entregará el material didáctico de apoyo y manuales necesarios para cada uno de los asistentes.

La capacitación, se podrá realizar de lunes a viernes de 8:30 a 17:30 hrs. Se planificará en conjunto con Metro, para permitir la normal operación del Laboratorio Neumático.

## 17. Garantías

El período de garantía será de un (1) año, a contar de la puesta en servicio del equipo que será documentada con el documento Recepción Provisional.

El Contratista deberá presentar un documento escrito, aceptando reparar o reemplazar materiales defectuosos, que presenten desgaste acelerado y/o anormal considerando la intensidad de su uso, condiciones inseguras. Deberá aportar mano de obra, durante todo el período de garantía y sin costo para METRO S.A. Además, el Contratista deberá proporcionar un Plan de Mantenimiento Preventivo, este Plan de Mantenimiento deberá contener entre otros, la cantidad de horas-hombre comprometidas y el protocolo de pruebas a realizar en cada visita.

El tiempo de solución de una avería del banco de prueba debe ser menor a 6 horas desde que se da el aviso al Contratista.

## 18. Documentación

Se requiere que al término del proyecto se entregue la documentación AS-BUILT de diseño, descriptivos, mantenimiento, operación, listado partes y piezas, memoria de cálculo, planos esquemáticos eléctricos, neumáticos, mecánicos de componentes y montaje, catálogos.

## 19. Gestión y Control de la Ingeniería

Semanalmente se realizarán reuniones para revisar el avance de la Ingeniería.

## 20. Anexos

### 20.1 Anexo 1, Manual Usuario Banco de Pruebas ZFR



---

## 20.2 Anexo 2, Requerimientos de Mantenimiento V2



Requerimientos de Mantenimiento  
Versión 2.0

Preparado por el Área de Sistema de Mantenimiento  
Especificación de Requisitos de Mantenimiento  
Julio de 2017