



Metro de Madrid, S.A.

DIVISIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

ÁREA DE OBRAS, INFRAESTRUCTURAS Y ACCESIBILIDAD

---

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL  
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE  
AUSCULTACIÓN DE VÍA Y LÍNEA AÉREA EN VAGÓN DE  
METRO DE MADRID

## **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

### **SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE AUSCULTACIÓN DE VÍA Y LÍNEA AÉREA EN VAGÓN DE METRO DE MADRID**



Metro de Madrid, S.A.

DIVISIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

ÁREA DE OBRAS, INFRAESTRUCTURAS Y ACCESIBILIDAD

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL  
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE  
AUSCULTACIÓN DE VÍA Y LÍNEA AÉREA EN VAGÓN DE  
METRO DE MADRID

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>OBJETO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>VAGÓN A INSTRUMENTAR</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>GENERALIDADES</b>	<b>1</b>
4.1	Características de las instalaciones a auscultar	1
4.2	Gálibo	2
4.3	Vibraciones	2
4.4	Condiciones ambientales	2
4.5	Ventilación de los equipos	2
4.6	Protección contra incendios	3
4.7	Hardware	3
4.7.1	Modular:	3
4.7.2	Memoria técnica	3
4.8	Software	3
4.8.1	Memoria técnica	3
4.8.2	Licencias	3
4.9	Mantenibilidad de los sistemas	4
4.10	Idioma	4
<b>5</b>	<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS SISTEMAS</b>	<b>4</b>
5.1	Sistema de posicionamiento. Odómetro	5
5.2	Servicio de vía	6
5.2.1	Normativa a cumplir:	6
5.2.2	Parámetros a medir	6
5.2.3	Forma de medir cada parámetro	7
5.2.4	Ensayos en línea. Validación	7
5.3	Línea aérea	7
5.3.1	Requisitos Funcionales	7
5.3.2	Equipo Medición	7
5.3.3	Principios de Medida	8
5.3.4	Ensayos en línea. Validación	9
5.4	Registro y almacenamiento de las señales	9



Metro de Madrid, S.A.

DIVISIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

ÁREA DE OBRAS, INFRAESTRUCTURAS Y ACCESIBILIDAD

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL  
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE  
AUSCULTACIÓN DE VÍA Y LÍNEA AÉREA EN VAGÓN DE  
METRO DE MADRID

---

5.5 Registro gráfico en tiempo real	9
5.6 Software para generar informes en Oficina Técnica	10
<b>6 SUMINISTRO EQUIPOS</b>	<b>11</b>
6.1 Envío del suministro	11
6.2 Recepción del suministro	12
<b>7 INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS</b>	<b>12</b>
7.1 Fijación	12
7.2 Alimentación	13
7.3 Adquisición/almacenamiento de datos	13
7.4 Puesto del operador	13
7.5 Certificado	13
<b>8 RECEPCIÓN DE LOS SISTEMAS</b>	<b>14</b>
<b>9 FORMACIÓN</b>	<b>14</b>
<b>10 ASISTENCIA TÉCNICA</b>	<b>14</b>
<b>11 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS</b>	<b>15</b>
<b>12 PLAZO</b>	<b>15</b>
<b>13 GARANTÍA</b>	<b>16</b>
<b>14 DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS</b>	<b>16</b>
<b>15 PRESENTACIÓN DOCUMENTACIÓN TÉCNICA</b>	<b>17</b>
<b>16 MEDICIÓN Y ABONO</b>	<b>17</b>
16.1 Precios unitarios	17
<b>17 PRESUPUESTO</b>	<b>17</b>
17.1 Equipamiento y puesta en servicio vagón auscultador:	18
17.2 Asistencia técnica vagón auscultador	18
17.3 Mantenimiento preventivo vagón auscultador	18
<b>ANEXO 1: Vagón W-781</b>	<b>19</b>
<b>ANEXO 2: GÁLIBOS A CUMPLIR</b>	<b>19</b>
<b>ANEXO 3: PERFILES DE CATENARIA</b>	<b>19</b>

---

## **1 OBJETO**

El objeto del presente Pliego de Prescripciones Técnicas es describir los trabajos y fijar las condiciones técnicas que regirán en el contrato del “SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE AUSCULTACIÓN DE VÍA Y LÍNEA AÉREA EN VAGÓN DE METRO DE MADRID”.

## **2 INTRODUCCIÓN**

El proyecto tiene por objeto la instalación de sistemas de línea aérea y vía para la medición de desgaste y geometría. Los equipos se montarán en la plataforma de un vagón propiedad de Metro de Madrid, que a su vez será remolcado por una dresina. Los sistemas serán monitorizados y controlados desde la dresina por un operador, siendo la comunicación con los equipos de forma inalámbrica a través de un ordenador portátil. A la finalización de la auscultación los datos serán postprocesados en oficina técnica.

Las auscultaciones se programarán en horario nocturno los fines de semana para asegurar la disponibilidad de dresinas y facilitar la medición de líneas completas. La planificación de salidas se hará de forma colegiada entre los servicios implicados con el fin de priorizar las auscultaciones frente a trabajos de contrata no prioritarios.

Una vez entre en producción el vagón auscultador y hasta la finalización del proyecto VAI2, será el activo que tengan los mantenedores para garantizar la seguridad y disponibilidad de sus instalaciones. Cuando el VAI2 entre en servicio, el vagón será la garantía y el complemento que tenga mantenimiento para mejorar el estado de sus instalaciones a lo largo del tiempo.

## **3 VAGÓN A INSTRUMENTAR**

Para la ejecución de este contrato Metro de Madrid pondrá a disposición el vagón W-871.

En el Anexo 1 “Vagón W-871” se presenta un plano detallado del mismo, que permitirá a los licitadores, tener un conocimiento preciso de las cotas de los distintos huecos existentes de cara a poder realizar una futura instalación de todos los sistemas.

Igualmente, también se presenta un reporte fotográfico del vagón W-871.

## **4 GENERALIDADES**

### **4.1 Características de las instalaciones a auscultar**

- Vía principal: 293.915 Km vía doble.
- Aparatos de vía en vía principal: 330.
- Plataforma: balasto/hormigón
- Ancho de vía: 1.445 mm
- Peralte máximo: 150 mm.
- Radio mínimo: 66 m
- Tipo de carril: UIC 54 y 60.
- Altura contracarril con respecto a carril: 19 mm.
- Catenaria flexible de 1 hilo de contacto 7,02 Km
- Catenaria flexible de 2 hilos de contacto 81,313 Km
- Catenaria Rígida perfil Delacheaux 267,566 Km

- Catenaria rígida perfil reducido Delacheaux 1.084 Km
- Catenaria Rígida perfil MdM 210,717 Km
- Catenaria Tranviaria 20.494 Km
- Hilos de contacto según EN50149, BF107, BF150, BC107, BC150
- Altura nominal:
  - Gálibo estrecho: 3,80m +0,1/-0,22
  - Gálibo ancho: 4,10m +0,2/-0,1
- Descentramiento estático:
  - Gálibo estrecho: +/- 0,15m
  - Gálibo ancho: +/- 0,25m

## 4.2 Gálibo

El Sistema deberá estar inscrito en el gálibo del vagón anteriormente descrito, así como cumplir las restricciones de gálibo exigidas por Metro de Madrid, S.A., en particular las siguientes:

- Gálibo inferior a cota de carril en montajes sobre bogie (en las condiciones más desfavorables de máxima carga y máximo desgaste de ruedas): 45 mm.
- Gálibo inferior a cota de carril en montajes sobre caja: 200 mm.
- Gálibo superior al de hilo de trabajo: 25 mm siendo necesario aislamiento de los equipos para evitar el cebado del arco.

En todo caso no podrán ser superados los gálilos indicados en los planos del Anexo 2: Gálilos a cumplir.

## 4.3 Vibraciones

El Contratista deberá garantizar la amortiguación de las vibraciones (tanto en los equipos instalados como de los armarios o rack's), proponiendo soluciones específicas en función de los requerimientos particulares de los distintos equipos.

## 4.4 Condiciones ambientales

Todos los sistemas de auscultación de los trenes auscultadores deberán funcionar en un rango de temperaturas de -5°C a +45°C.

Las variaciones entre las temperaturas inicialmente citadas, pueden ser bruscas, caso de salidas de túnel a depósito a la intemperie, por lo que los equipos y material estarán diseñados para no verse afectados en su funcionamiento por esta contingencia.

## 4.5 Ventilación de los equipos

Todo el equipo eléctrico que concierne a los sistemas de auscultación y sus equipos auxiliares, estarán concebidos para impedir la entrada de agua y cualquier tipo de polución u objetos extraños.

Las entradas de aire para ventilación de armarios y equipos eléctricos de los sistemas de auscultación estarán situadas a un nivel lo más alto posible para evitar la aspiración de polvo, agua, etc. Las entradas y salidas de aire serán de suficiente sección y dispondrán de protecciones o filtros adecuados.

Se solicitará cumplimiento de la norma EN 60068.

#### **4.6 Protección contra incendios**

Se deberá cumplir con toda la normativa de aplicación en cuanto a protección contra incendios.

#### **4.7 Hardware**

Todo hardware que forme parte de los sistemas de auscultación, deberá haber sido instalado previamente en alguna administración o en otros vehículos auscultadores y su correcto funcionamiento debe estar probado.

##### *4.7.1 Modular:*

El diseño de cada uno de los sistemas debe ser modular, para permitir sustituir fácilmente un componente averiado.

La actualización, ampliación o sustitución de un subsistema no debe implicar el cambio parcial o total del resto de sistemas del vagón auscultador. En este sentido, para la red local del vehículo de auscultación se utilizará una tecnología adecuada que garantice el cambio de uno o varios sistemas del vagón auscultador sin necesidad de cambiar la red.

Todos los equipos irán protegidos por cofres los cuales garantizarán la inmunidad del interior. Esta condición deberá, a su vez, compatibilizar las exigencias de:

- Grado de protección solicitado: IP65.
- Un trato duro, propio del entorno y mantenimiento ferroviario.
- Recubrimientos interiores y exteriores resistentes a la oxidación, elevadas temperaturas y posibles arcos eléctricos.
- Robustez.

##### *4.7.2 Memoria técnica*

Para cada equipo se suministrará una memoria técnica que justifique su elección y el cumplimiento de lo solicitado en el presente pliego.

#### **4.8 Software**

Ha de ser adaptable, modular e integrable, de forma que se faciliten las comunicaciones entre los distintos sistemas. **Todo el software, tanto el sistema de adquisición como el de postproceso, ha de ser suministrado por un único desarrollador.**

Todo software dispondrá de un menú de ayuda, accesible desde cualquier pantalla, en el que se describa la totalidad de las funcionalidades, parámetros, cálculos que realice.

##### *4.8.1 Memoria técnica*

Para cada aplicación se suministrará una memoria técnica que explique la organización del software y cómo se cumplen los requisitos mínimos exigidos en el presente pliego.

##### *4.8.2 Licencias*

El Contratista suministrará 8 licencias para la utilización del software de adquisición y tratamiento de datos durante los registros, como para su postproceso en oficina técnica.

Las licencias a suministrar no estarán sujetas al pago de una cuota anual, sino que Metro de Madrid podrá disponer de ellas durante los años que opere con el software adquirido.

**4.9 Mantenibilidad de los sistemas**

El Contratista deberá estudiar la disposición de los diversos aparatos que constituyen el equipo bajo bastidor, de forma que desde los laterales del coche sea posible una revisión prácticamente total de estos elementos.

El desmontaje de los elementos bajo bastidor deberá realizarse siempre hacia abajo, sin necesidad de proceder al levante de la unidad.

Si fuera necesario extraer algún elemento suspendido por la parte inferior, se realizará de forma tal que no se produzcan interferencias con la vía al desmontarlo.

En el caso de los elementos situados en la plataforma o estructura aérea, se podrán desmontar los equipos o cualquiera de sus partes constituyentes con la unidad situada en vías con catenaria.

**4.10 Idioma**

El idioma utilizado en las interfaces hombre/máquina de todas las funcionalidades de los diferentes perfiles de operador será el castellano.

**5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS SISTEMAS**

El equipamiento para la auscultación, según su funcionalidad, se puede agrupar de la siguiente forma:

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO: ODÓMETRO		
SERVICIO DE VÍA	Sistema de medición de geometría de vía	SOFTWARE
	Sistema de medición de desgaste de carril	
LÍNEA AÉREA	Sistema de medición de geometría de catenaria	
	Sistema de medición de desgaste de catenaria	
	Sistema de medición angular	

Dada la importancia de la integración de los diferentes equipos, Metro de Madrid exigirá que los mismos sean suministrados por un único desarrollador que garantice la comunicación entre los mismos.

Junto a los sistemas para vía y línea aérea, se ha de contar con un sistema general de odometría, que se encargará de proporcionar el posicionamiento, y la velocidad a todos los equipos de auscultación.

Todos los equipos que compongan la instrumentación del vagón w-871, deberán ser sistemas de alta disponibilidad, con capacidad de ampliación conforme a la evolución tecnológica y con un diseño ergonómico adecuado.

Los equipos, ya sea de vía o línea aérea, han de poder operar de forma autónoma, pero integrada con el resto de sistemas de auscultación instalados en el vagón a través del sistema de odometría.

Los equipos utilizarán tecnología sin contacto, mediante la adopción de láseres y cámaras digitales de alta velocidad. Los mismos no tendrán partes móviles, estarán completamente sellados y serán de construcción robusta. También tendrán que disponer de los elementos necesarios para la protección de los equipos contra eventuales impactos producidos por proyecciones de balasto.

El contratista será responsable de la integración de los equipos de auscultación durante las fases de fabricación, implementación y puesta en servicio.

Los sistemas se diseñarán de manera que durante el proceso de captación no sea preciso realizar ningún enfoque ni ajuste manual.

Igualmente se debe disponer de un dispositivo que garantice la limpieza eficaz de las ventanas ópticas. Asimismo, los dispositivos de la cámara estarán equipados con un filtro óptico, para minimizar interferencias con otras fuentes de iluminación.

Todos los equipos que se instalen dentro del vagón y sus sistemas auxiliares deben ser capaces de medir desde 0 Km/h hasta 60 Km/h, pudiendo medir en ambos sentidos de la circulación.

El cableado deberá ir correctamente aislado y apantallado, de manera que se eviten pérdidas o atenuaciones en el mismo. Para ello se calcularán las distancias y aislamiento y, en caso necesario, se instalarán elementos amplificadores de señal que amortigüen las pérdidas haciendo que la señal llegue correctamente tanto a los sistemas de adquisición de datos como a las comunicaciones entre equipos.

Para la integración de los distintos sensores necesarios para cada uno de los sistemas de la actividad de auscultación, el contratista deberá implantarlos en el vagón de manera que no se interfiera en el funcionamiento de este. Asimismo, se adoptarán soluciones que faciliten su montaje y desmontaje, así como el mantenimiento tanto del equipo que se instale, como del propio vagón.

En caso de necesidad de sustitución de equipos por obsolescencia o instalación de nuevos sistemas, el contratista del presente contrato garantizará su integración.

Normativa a cumplir:

- UNE-EN 60825-1 *“Seguridad de los productos láser. Parte 1: Clasificación de los equipos y requisitos.*
- UNE-EN 50121 *“Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética”.*
- IEC 61373 *“Aplicaciones ferroviarias. Material Rodante. Ensayos de Choque y Vibración”.*

## **5.1 Sistema de posicionamiento. Odómetro**

El sistema de odometría proporcionará el posicionamiento, velocidad y señales de localización y sincronización a todos los equipos de auscultación del vagón.

La precisión deberá ser tal que el error máximo sea del 1 ‰.



## 5.2 Servicio de vía

Para la detección de los defectos de vía se requerirá un sistema capaz de medir, de forma exacta y fiable, la geometría de vía y el desgaste de carril.

El sistema debe ser capaz de tomar todos los parámetros que se describen en el punto 5.2.2, con un muestreo como mínimo de 25 cm, para un vagón de ancho de vía de 1.445 mm. Además, el sistema ha de ser capaz de medir en estático.

Como mínimo con los equipos instalados se ha de poder ver la cara interna del carril, así como la cabeza, de forma que se tenga registrado el perfil del carril suficiente para evaluar el desgaste vertical y horizontal.

Con vistas a medir los parámetros en las condiciones de vía cargada, los sistemas de vía debajo de la caja del vagón deben estar tan cerca como sea posible a uno de los ejes cargados.

El sistema permitirá el procesamiento de los datos en tiempo real y la visualización de los mismos, incluido los parámetros del perfil del carril, por parte del operador.

Por último, los dispositivos no deben causar ningún tipo de interferencia sobre los diferentes equipos existentes en el entorno de vía.

### 5.2.1 Normativa a cumplir:

- UNE-EN 13848-1 “Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de la vía. Parte 1: Caracterización de la geometría de vía”.
- UNE-EN 13848-2 “Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de la vía. Parte 2: Sistemas de medición. Vehículos de registro de la vía”.

### 5.2.2 Parámetros a medir

Sistema	Parámetro	Longitud de onda	Resolución	Incertidumbre	Rango
Geometría de vía	Ancho de vía	No aplica	$\leq 0,5$ mm	$\pm 1$ mm	-15 mm/+50mm
	Nivelación Longitudinal	D1: $3m < \lambda \leq 25m$ D2: $25m < \lambda \leq 70m$	$\leq 0,5$ mm	D1: $\pm 1$ mm D2: $\pm 3$ mm	D1: $\pm 50$ mm D2: $\pm 100$ mm
	Peralte	No aplica	$\leq 0,5$ mm	$\pm 5$ mm (valor relativo $\pm 1$ mm)	$\pm 225$ mm
	Alineación	D1: $3m < \lambda \leq 25m$ D2: $25m < \lambda \leq 70m$	$\leq 0,5$ mm	D1: $\pm 1,5$ mm D2: $\pm 4$ mm	D1: $\pm 50$ mm D2: $\pm 100$ mm
	Alabeo	No aplica	$\leq 0,5$ mm	$b \leq 5,5$ m: $\pm 1,5/b$ $5,5$ m $\leq b \leq 20$ m: $\pm 3/b$	$\pm 15$ mm/m (‰)
Desgaste de carril	Vertical	Se obtendrá por diferencia entra la sección teórica y la sección medida, calculada sobre el eje de simetría vertical del carril. Resolución $\leq 0,5$ mm.			

	Horizontal	Se obtendrá por diferencia entre la sección teórica y la sección de medida, transversalmente al plano de la vía y a 14 mm por debajo de superficie de rodadura. Resolución $\leq 0,5$ mm.
--	------------	---

El alabeo se calculará a través de diferencias de peralte. Las bases a utilizar “b” son; 3 m y 11 m.

Será necesario, para cada uno de los parámetros anteriores, indicar el rango de longitud de onda (en caso de ser aplicable), la resolución, incertidumbre y rango de medida.

### 5.2.3 Forma de medir cada parámetro

Todos los parámetros expuestos se medirán conforme a la norma UNE-EN 13848-1 “Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de la vía. Parte 1: Caracterización de la geometría de vía”

### 5.2.4 Ensayos en línea. Validación

Para validar un sistema de medición se utilizará un método basado en la comparación entre mediciones diferentes tal y como se especifica en la norma UNE-EN 13848-2 “Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de la vía. Parte 2: Sistemas de medición. Vehículos de registro de la vía”.

A modo resumen especificar que la Dirección Facultativa establecerá la metodología de análisis a utilizar para los ensayos de repetibilidad y reproducibilidad.

Para ello se podrán realizar análisis estadísticos de los valores de un parámetro, de desviaciones típicas, o un análisis frecuencial de los valores.

## 5.3 Línea aérea

### 5.3.1 Requisitos Funcionales

Los requisitos funcionales que los equipos deben cumplir para auscultar todos los sistemas de electrificación de Metro de Madrid en sus distintos contextos operacionales son:

- Tranviaria: Un solo hilo de contacto BF150 según norma EN50149.
- Catenaria flexible, uno o dos hilos de contacto con secciones BF107 o BF150 según EN50149.
- Catenaria rígida tipo perfil Metro MM04 y perfil comercial (tipo Delacheaux). Ver anexo 3: Perfiles de Catenaria.
- Permitir evaluar el desgaste de los distintos tipos de hilo de contacto que actualmente existen en Metro de Madrid: BF107, BF150, BC107 y BC150 según EN50149. Debe ser capaz de reconocer de manera automática desgastes por encima del diámetro máximo del hilo y desgastes no paralelos u oblicuos.
- Auscultar de forma individual y simultánea hasta cuatro hilos de contacto.

### 5.3.2 Equipo Medición

Los parámetros a medir por el sistema de línea aérea son clasificados en:

- Geométricos: altura y descentramiento.
- Desgaste: residual hilo de contacto e inclinación huella de desgaste.
- Angular: ángulo del perfil de catenaria rígida y huella de desgaste respecto al plano medio de rodadura en cada uno de los dos tipos de perfil.

Las tolerancias, resoluciones y precisiones mínimas requeridas en la medición de los parámetros se especifican en la siguiente tabla:

Parámetro	Rango Medida	Resolución	Precisión	Observaciones
Desgaste	-	-	$\pm 0,2$ mm	Rígida: $\pm 0,2$ mm Flexible: $\pm 0,5$ mm
Altura Hilo	0,85 metros	1 mm	$\pm 5$ mm	Altura Hilo en Red entre 3550-4300mm
Descentramiento	0,80 metros	1 mm	$\pm 5$ mm	+ 400 mm (sin compensar) + 350 mm (compensado)
Rampas	$\pm 10$ mm/m	$\pm 0,2$ mm/m	$\pm 0,5$ mm/m	--
Ángulo Caja	-	-	$\pm 0,2^\circ$	inclinación de la caja de viajeros respecto al plano de rodadura
Ángulo PACK	-	-	$\pm 1,0^\circ$	inclinación del PACK de catenaria respecto al plano de rodadura
Ángulo Huella Desgaste	-	-	$\pm 1,5^\circ$	inclinación del desgaste hilo de contacto

### 5.3.3 Principios de Medida

Basado en la experiencia adquirida durante la vida útil del VAI, el principio de medida estará fundamentando en los siguientes requisitos:

- Principio de medida por triangulación y reflexión óptica, tanto para las mediciones en catenaria flexible como rígida.
- En catenaria rígida, el cálculo de desgaste no se basará única y exclusivamente en la diferenciación por reflexión del perfil de catenaria y huella de desgaste. El contratista deberá demostrar, con documentación, que caracteriza el desgaste, referenciándolo en altura al perfil de aluminio.
- Para cualquier hilo de contacto auscultado, el equipo de medida debe ser capaz de diferenciar los desgastes por encima del diámetro máximo.
- La existencia de grasa no penalizará la precisión de la medida de desgaste.
- Los muestreos serán para cada parámetro los siguientes:

Parámetro	Distancia
Geometría de la línea	$\leq 250$ mm
Desgaste del hilo de contacto	$\leq 250$ mm
Angulo de perfil de catenaria y huella de desgaste	$\leq 250$ mm

#### 5.3.4 Ensayos en línea. Validación

Para línea aérea, se realizarán comprobaciones dinámicas de repetibilidad y reproducibilidad en ambos sentidos de circulación del vagón (sentido normal de circulación y a contravía). Para ello:

- Se programarán distintos tramos de línea de diferentes sistemas de electrificación con el fin de verificar la calidad de los datos en condiciones reales de explotación.
- Al mismo tiempo y acompañado por el contratista, se llevarán a cabo mediciones manuales en los mismos tramos de línea de cara a comparar los datos obtenidos por el vagón con los medidos por el personal de mantenimiento con calibre electrónico.
- En los mismos puntos medidos manualmente se realizarán auscultaciones estáticas con el vagón.
- Se realizarán 3 auscultaciones dinámicas a tres velocidades diferentes.
- Las pruebas se planificarán conjuntamente con el contratista.

A su finalización, el Contratista entregará a Metro de Madrid los resultados obtenidos en las distintas pruebas y mediciones realizadas (estático y dinámico).

En el caso de que las pruebas demostrasen que no se cumplen las características y requisitos especificados y/o se presentasen defectos, el Contratista se encargará de realizar las correcciones y modificaciones necesarias para alcanzar las garantías prevista, quedando obligado a realizar nuevas pruebas, sin cargo alguno para Metro de Madrid.

#### 5.4 Registro y almacenamiento de las señales

Las señales brutas, digitalizadas, obtenidas por todos y cada uno de los sistemas, se han de almacenar informáticamente en tiempo real para su extracción, ya sea a través de un dispositivo portátil o mediante el volcado en una red de datos. El dispositivo de almacenamiento destinado al efecto deberá poder almacenar, como mínimo, la información correspondiente a 600 Km de vía.

Se debe garantizar que una avería en cualquiera de las etapas posteriores de registro y análisis no impida la continuidad en el registro y almacenamiento de las señales brutas.

Igualmente se deberá poder almacenar informáticamente en tiempo real las señales paramétricas ya procesadas y filtradas, para todos y cada uno de los parámetros definidos (capacidad mínima para 600 Km de vía). También deberán poder almacenarse en un dispositivo de back-up.

Se establece 25 cm como el paso máximo para la digitalización de las señales paramétricas.

Una vez finalizada la auscultación, el software almacenará la medición en su base datos y automáticamente creará un fichero de texto plano con los datos medidos. El formato del fichero de datos tendrá extensión txt, xlsx, xls o csv, con el objeto de que Metro de Madrid pueda trabajar con los mismos a través de sus herramientas para el postprocesado.

#### 5.5 Registro gráfico en tiempo real

Todos los parámetros definidos en el apartado 5.2.2 y 5.3.2 se han de poder graficar en tiempo real, de una forma intuitiva y configurable por parte del operador, en función del Pk facilitado por el sistema de odometría. Dichos gráficos se podrán exportar eligiendo el formato de imagen: jpg, bmp o png.

## 5.6 Software para generar informes en Oficina Técnica

El Contratista suministrará un software para el postproceso de los datos recogidos en las auscultaciones y elaboración de informes en oficina técnica que debe cumplir con las siguientes características.

El software ha de permitir realizar análisis de los registros en bruto, pudiendo guardarse los resultados como ficheros .xls.

Como mínimo deberán ser posibles los análisis siguientes para todas y cada una de las señales:

- Análisis estadístico: valores medio, máximo y mínimo, desviación estándar e índices de calidad.
- Análisis de picos.
- Análisis de tramos: valores eficaces y ponderados.

Todos los datos en el sistema deben estar referenciados, como mínimo, con las siguientes características de ubicación:

- Línea
- Vía
- Pk inicial y Pk final
- Longitud

El software creará, eliminará y modificará los datos de los registros a través de plantillas estándar, incluidas las reglas de validación para evitar la entrada incorrecta de datos. El sistema debe ser capaz de crear plantillas para cada tipo de registro que se va a importar de acuerdo con un formato estándar y detectar, rechazar y reprocesar registros no válidos durante el proceso de carga/inserción de datos.

El software podrá almacenar y visualizar en un vistazo los siguientes datos de la condición de la vía y de línea aérea:

- Geometría de vía
- Desgaste vertical y horizontal de carril
- Línea aérea geométricos: altura y descentramiento.
- Línea aérea desgaste: residual hilo de contacto e inclinación huella de desgaste.
- Angular: Ángulo del perfil de catenaria rígida y huella de desgaste respecto al plano medio de rodadura en cada uno de los dos tipos de perfil.

Debe ser posible configurar los límites a nivel de usuario utilizando un editor. Para los parámetros de vía, Se deberá tener la posibilidad de discernir entre los diferentes límites de intervención y alerta que se tienen en cuenta en la norma UNE-EN 13848-5 “Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de la vía. Parte 5: Niveles de calidad geometría. Plena vía y aparatos de vía”.

A modo informativo Metro de Madrid tiene establecido dos umbrales en función de su criticidad:

- Límite de acción inmediata (IAL) “FASE 2”: referido a los valores que, si se superan, requieren tomar medidas para reducir el riesgo de descarrilamiento a un nivel aceptable. Esto puede hacerse ya sea cerrando la línea, reduciendo la velocidad o corrigiendo la geometría de la vía.

- Límite de intervención (IL) “FASE 1”: referido a los valores que, si se superan, requieren mantenimiento correctivo con vistas a que los límites de la acción inmediata no se alcancen antes de la siguiente inspección.

El software debe registrar, como mínimo, los siguientes datos para cada medición: vía, ubicación, valores medidos, fecha y hora de la inspección. De igual forma, como mínimo debe registrar los siguientes datos para cada defecto: vía, ubicación, valores medidos, fecha y hora de la inspección, prioridad, tipo, etc.

Debe ser posible importar datos (registros, defectos, mediciones, etc) en gran cantidad mediante plantillas estándar.

Entre los criterios de filtrado estándar, por ejemplo, fecha y hora de la inspección, semanas, meses, años, etc, el sistema debe permitir la visualización de las mediciones agrupadas por campañas de auscultaciones por las fechas de inicio y finalización.

El sistema tendrá la posibilidad de ver los detalles del dato haciendo clic en el objeto visualizado en la pantalla, por ejemplo, detalles de defectos haciendo clic en representación del defecto.

El sistema debe permitir visualizar los defectos en un gráfico lineal en función del espacio y del tiempo. Así mismo registrará los defectos, incluidos el tipo, la fecha de detección, el tamaño, el valor medido, la posición a lo largo de la vía, el estado del defecto, el nivel del defecto, etc.

El sistema debe optimizar el acceso por parte de los operadores a grandes cantidades de datos en bruto.

El software proporcionará informes escritos y gráficos estándar, por ejemplo, gráficos de columnas, gráficos circulares, gráficos de líneas. El sistema permitirá exportar informes a software estándar tipo excel o pdf.

Tendrá la posibilidad de ocultar, agrupar e intercambiar columnas en los informes. Debe ser posible aplicar filtros estándar. El sistema debe tener la capacidad de buscar/filtrar datos de forma que el usuario sea capaz de localizar fácilmente registros basados en varios criterios de búsqueda.

El sistema debe soportar el acceso multiusuario y proporcionar un bloqueo de registros adecuado. Cuando se adopte el sistema de identificación del operario, el sistema debe permitir la caducidad de las contraseñas y la configuración del número máximo de intentos del inicio de la sesión.

El sistema debe tener medidas de seguridad que protejan contra el acceso no autorizado. Permitiendo el acceso a múltiples usuarios con diferentes niveles de autorizaciones/restricciones para acceder a las distintas funciones como: administrador, técnico de registro, visor, técnico creador del informe, etc.

## **6 SUMINISTRO EQUIPOS**

El Contratista, deberá llevar a cabo las labores precisas para realizar el suministro de los sistemas solicitados, en base a las especificaciones recogidas en el presente documento.

### **6.1 Envío del suministro**

El Contratista será el responsable del correcto envío de los sistemas, que se entregarán de lunes a viernes, en el Servicio de Vía de Metro de Madrid, situado en Madrid Calle Néctar,44. 28022 – Depósito de Canillejas, en horario diurno de 8:00 a 14:00 horas.

La Dirección Facultativa facilitará los teléfonos de las personas de contacto para poder planificar el envío de los equipos, especificando, en caso de producirse, cualquier variación en la ubicación para la recepción.

## 6.2 Recepción del suministro

La Dirección Facultativa comprobará el perfecto estado del suministro entregado. En el supuesto de que el mismo estuviera defectuoso o no coincidiera con las especificaciones solicitadas, se devolverá al contratista sin coste alguno para Metro de Madrid.

Junto a los equipos suministrados se entregará información documental sobre las calibraciones realizadas en los mismos.

Será exigible que en la recepción del suministro en dependencias de Metro de Madrid, se encuentre personal de la empresa contratista.

## 7 INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS

### 7.1 Fijación

Los sistemas se instalarán en un vagón propiedad de Metro de Madrid, para este caso el vagón W-781 descrito en el punto 3 del presente pliego. Se pueden comprobar sus dimensiones, y cotas, para la instalación de los equipos en el anexo 1: “Vagón W-781”.

En todo caso el Contratista estará obligado a cumplir las siguientes premisas a la hora de instalar sus equipos:

- En ningún momento se superarán las cargas máximas autorizadas para el vagón (12 Tn).
- Las estructuras o bastidores, que se propongan para la instalación de los equipos, no tendrán elementos móviles.
- Las fijaciones a realizar para acoplar los equipos, o estructuras necesarias, al vagón propuesto, preferiblemente se materializarán mediante uniones atornilladas, o las que en su momento indique la Dirección Facultativa de Metro de Madrid.
- Será necesario disponer de un sistema secundario que evite, ya sea mediante el uso de cadenas o cualquier otro tipo de solución, una posible caída de los sistemas de medición.
- En ningún caso se podrán tocar las piezas o elementos del vagón que influyan en la seguridad en la marcha. En este sentido ningún trabajo a realizar podrá afectar a la seguridad en la circulación.
- No se podrán realizar trabajos sobre el bastidor del vagón.
- Se podrá requerir, si se considera necesario para asegurar una correcta circulación del vagón, un lastre a instalar de forma simétrica al otro lado del lugar de la instalación de los equipos auscultadores. Dicho lastre será de igual peso al de los equipos.
- La instalación de los equipos de geometría de vía se tendrá que realizar lo más próximo al bogie del vagón, de forma que se garantice la visibilidad del carril, y por tanto la calidad de los datos, en curvas de radio reducido ( $R = 66$  radio mínimo en Metro de Madrid). La proximidad de los equipos de medición al bogie, en ningún caso podrá suponer un hecho que pueda ocasionar un posible golpe entre los mismos.
- No interferirá con los equipos propios del vagón ni con sus instalaciones.
- Permitirá el acceso y la mantenibilidad de los equipos propios del vagón.

Metro de Madrid exigirá que el Contratista elabore un informe de instalación, durante los primeros dos meses del contrato, con planos con la fijación de los mismos, donde se represente de forma clara las estructuras/bastidores necesarios para su puesta en el vagón, indicando su posición, ajustes, dimensiones, secuencia de montaje, interfaces, anclajes, conexiones,

soportes, etc. Dicho informe tendrá que ser validado por la Dirección Facultativa como paso previo a la instalación de los equipos.

En cada uno de los sistemas se debe incluir un esquema general de instalación de los diferentes sensores utilizados, indicando, para cada uno de ellos, las funciones de medida para la que es utilizado.

## **7.2 Alimentación**

En el vagón se tendrá que instalar, y fijar, una fuente de alimentación, tipo batería, a suministrar por el Contratista, capaz de alimentar eléctricamente a todos los sistemas y equipos auxiliares. De forma que la alimentación de dichos equipos únicamente se realice mediante esta unidad.

La misma deberá estar dimensionada para al menos garantizar la alimentación de los sistemas durante un mínimo de 5 horas.

Igualmente será necesario disponer de una conexión de alimentación externa, tipo manguera de alimentación para conexión a 230 Vac para los equipos de auscultación.

## **7.3 Adquisición/almacenamiento de datos**

Sobre el vagón se tendrán que instalar, y fijar, todos los equipos necesarios, a suministrar por parte del Contratista, para la adquisición y almacenamiento de los datos, así como los armarios/racks que se requieran.

En esta línea, sobre el vagón se instalarán todos los dispositivos precisos para el correcto funcionamiento de los sistemas de auscultación, así como para asegurar un correcto postprocesado de los datos registrados.

## **7.4 Puesto del operador**

Se establece que para poder operar con el vagón auscultador, será indispensable contar con un operario el cual verifique que la medición se está desarrollando correctamente.

Dicho operario tendrá su puesto de trabajo dentro de una dresina encargada de remolcar el vagón. Con el propósito de ser flexibles, ya que no habrá una única dresina destinada a tal cometido, se establece que la concepción del puesto de trabajo ha de ser completamente portable.

Para ello el operador únicamente trabajará con un ordenador portátil industrial de 21 pulgadas, a suministrar por parte del Contratista, dimensionado para gestionar el volumen de datos que se generen.

La comunicación entre el puesto del operador y los equipos instalados en el vagón, se realizará a través de comunicaciones inalámbricas, existiendo también la posibilidad de realizarla a través de cable. Para ambos casos el contratista será el responsable de proveer todo lo que fuera necesario para poder implementar dichas soluciones.

## **7.5 Certificado**

El Contratista evaluará el alcance de las reformas en relación con el uso y seguridad de la máquina, siguiendo los criterios de evaluación que el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, INSHT, tiene publicado en el Anexo II de la Guía Técnica correspondiente.

Si el Contratista detecta que alguna reforma supone cambios en la seguridad, conducción, mantenimiento o utilización de la máquina, contratará una entidad inspectora certificada por ENAC para la validación del cumplimiento de los anexos I y II del Real Decreto 1215/97 tras la reforma, proporcionando a Metro el certificado que emita la entidad inspectora contratada.



## **8 RECEPCIÓN DE LOS SISTEMAS**

Una vez finalizada la instalación de los equipos, será necesario superar los distintos ensayos definidos en el presente pliego (punto 5.2.4 y 5.3.4). De forma que la Dirección Facultativa pueda verificar el cumplimiento de la precisión solicitada en cada uno de los sistemas.

Durante el periodo estipulado para la puesta en servicio el Contratista deberá disponer de todos los recursos que considere, y que le sean necesarios, para poder presentar la documentación necesaria para que la Dirección Facultativa de por superados los ensayos.

En todo momento durante el desarrollo de las pruebas el Contratista irá acompañado por personal de Metro de Madrid, el cual se encargará de la logística. Dichas pruebas se podrán desarrollar tanto en horario diurno como nocturno. A modo informativo especificar que en caso de requerir tramos de gran longitud para realizar las auscultaciones, la mismas se desarrollaran en horario nocturno de 2:30h a 5:00h, preferiblemente en fines de semana.

Una vez se alcancen los requisitos exigidos, la Dirección Facultativa y el contratista procederán a la firma de un acta donde se refleje la correcta recepción de los sistemas.

## **9 FORMACIÓN**

El Contratista será el responsable de la formación a proporcionar al personal de Metro de Madrid, tanto a nivel de oficio como técnico. Mediante dicha formación se han de adquirir los conocimientos necesarios sobre: equipos de auscultación, sistemas instalados en el vagón, forma de operar, y tratamiento de datos con el software de postprocesado.

Metro de Madrid establece como indispensable contar con 10 jornadas dedicadas exclusivamente a la formación. En este caso se requerirá que el perfil del formador sea un ingeniero con más de 4 años de experiencia en sistemas de auscultación.

En todo momento desde el suministro de los equipos, el Contratista estará acompañado por personal de Metro de Madrid, el cual se personará en los distintos trabajos a realizar: instalación y puesta en servicio. Se considera que la fase para la validación de los equipos, como paso previo a la recepción de los sistemas, es óptima para el comienzo de la formación.

A modo orientativo la organización de las jornadas podría seguir la siguiente distribución: 2 días para el conocimiento técnico del funcionamiento de los equipos, 1 día en el cual se muestre como se ha desarrollado la instalación de los equipos, 5 días de operación con el vagón auscultador y 2 días de análisis de datos con el software de postprocesado. Las jornadas de formación a impartir podrán ser tanto en horario diurno como nocturno, así como cualquier día de la semana.

Como parte integrante de los cursos de formación se entregará toda la documentación e información necesaria para la realización y aprovechamiento de los mismos. Al finalizar éstos, el Contratista emitirá un documento individualizado que certifique la asistencia al mismo.

En cualquier caso, el Contratista está obligado a presentar durante los primeros cuatro meses del contrato un plan formativo, que ha de ser validado por la Dirección Facultativa, en el cual se especifique cada una de las materias a impartir.

## **10 ASISTENCIA TÉCNICA**

Una vez recepcionados los sistemas, el Contratista tendrá que dar soporte a Metro de Madrid en lo referido a la explotación del vagón auscultador, así como en el trabajo de análisis y postprocesado de los datos.

Para ello se establecen 16 unidades de servicio de asistencia técnica, en las cuales el Contratista tendrá que enviar a las instalaciones de Metro de Madrid un ingeniero con más de 4 años de experiencia en sistemas de auscultación.

Dichas unidades de servicio se distribuirán de forma que durante el periodo de un mes, se cuente con cuatro días a la semana con dicho personal.

A modo orientativo se establece que dos de las jornadas, del grupo de cuatro, se dedicarán a la toma de datos en campo acompañando a los operarios de Metro de Madrid, y las otras dos al análisis y postprocesado de datos en oficina técnica. Es importante reflejar que las tomas de datos en campo se desarrollaran en horario nocturno de 2:30h a 5:00h, preferiblemente en fines de semana.

## **11 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS**

El Contratista será el responsable de realizar el mantenimiento preventivo, a acometer en instalaciones de Metro de Madrid, de los equipos de auscultación instalados, así como de las estructuras/bastidores empleados para su instalación, anclajes, conectores, cableados, cualquier sistema incorporado, así como del software suministrado.

El mantenimiento preventivo a realizar se tendrá que llevar a cabo según lo especificado por parte del Adjudicatario en la información a presentar para la valoración técnica.

Con la contratación del mantenimiento preventivo de los sistemas, Metro de Madrid considera que el grado de disponibilidad de los equipos ha de ser alto, de forma que establecerá penalizaciones en caso de no cumplirse el mismo como consecuencia de defectos de fabricación, o de la ejecución de un mantenimiento preventivo insuficiente.

## **12 PLAZO**

El presente contrato tendrá una duración total de 24 meses.

Además de la duración total del contrato, se establecen plazos independientes para cada uno de los hitos a realizar, los cuales en caso de demora estarán sujetos a penalizaciones siempre que sean únicamente imputables al Contratista.

- Suministro de equipos: 7 meses.
- Instalación equipos de medición: 2'5 meses.
- Recepción de los sistemas: 2 meses.
- Formación: 2 semanas.
- Asistencia técnica: 16 unidades de servicio.
- Mantenimiento preventivo de los equipos: 12 meses.

Para dar por finalizado el hito de puesta en servicio, será necesario que los sistemas instalados alcancen la precisión solicitada, así como que superen los ensayos en línea definidos, de forma que se encuentre firmada por ambas partes la perceptiva acta de recepción de los sistemas.

No necesariamente la formación se realizará a la finalización de la recepción de los sistemas, en la medida de lo posible dichas jornadas se desarrollarán de manera conjunta a los trabajos para la puesta en servicio de los sistemas.

Las 16 unidades de servicio de asistencia técnica se programarán una vez se hayan recepcionados los sistemas.

El mantenimiento preventivo, cuya duración es por 1 año, igualmente empezará a realizarse una vez se hayan recepcionados los sistemas.

### 13 GARANTÍA

Todos los equipos a suministrar, así como los trabajos realizados, tendrán una garantía mínima de dos años. La misma empezará a contar desde la firma del acta de recepción de los sistemas.

La garantía podrá ser mayor que la mínima establecida en el párrafo anterior, si en la oferta técnica se hubiese establecido un plazo mayor.

Como consecuencia de que no se cumpla lo establecido en el punto 14 “Disponibilidad de los equipos”, la garantía de los equipos está sujeta a ampliaciones.

La garantía cubrirá el buen funcionamiento global de materiales, equipos, instalaciones y software incluidos en el alcance del suministro, a excepción de aquellos daños motivados por el mal uso, que habrá que documentar fehacientemente, o por causa de fuerza mayor (terremotos, atentados, vandalismo, etc.). En dichas coberturas vendrán contempladas las labores a realizar por parte del Adjudicatario, incluyendo mano de obra, materiales, desplazamientos, estancias, medios auxiliares, etc.

El Contratista garantizará la disponibilidad de las piezas de repuesto para todos los equipos constituyentes del Sistema durante un periodo mínimo diez (10) años a partir de la recepción de los sistemas.

### 14 DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS

Los equipos a suministrar, e instalar, una vez que se haya firmado el acta de recepción de los sistemas, han de tener un alto grado de disponibilidad.

En el caso de que exista aparición de un defecto, avería, o pérdida de la calidad de los datos registrados, que quedaran sujetos a la garantía, el plazo de su arreglo, y puesta en servicio, no puede ser mayor a tres semanas.

El periodo de garantía se establecerá según lo siguiente:

Tiempos de reparación (desde que deja de estar en servicio, hasta que vuelve a estar operativo)	Aumento del plazo de garantía de los equipos
Plazo menor a tres semanas	Se aumenta la garantía en los mismos días que haya estado fuera de servicio.
Plazo mayor a tres semanas	Se aumenta la garantía en 1,5 veces los días que haya estado fuera de servicio.

El Contratista será el responsable del desmontaje/montaje, envíos y reparación de los equipos.

En todo caso se establece que los equipos a suministrar han de tener una disponibilidad mayor al 90 %, lo cual se corresponde con que han estar operativos como mínimo durante 10,75 meses al año. Esta condición es de obligado cumplimiento durante el primer año del suministro, coincidente con el año que los equipos estarán sujetos al mantenimiento preventivo realizado por el Contratista.

## 15 PRESENTACIÓN DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

En el presente apartado se describen todos aquellos puntos que conforman el contenido mínimo de la oferta técnica.

**En el caso de que la documentación presentada incumpla los requerimientos técnicos del PPT, supondrá la exclusión de la oferta.**

Contenido mínimo oferta técnica:

- *"Memoria técnica sistema de posicionamiento Odómetro".*
- *"Memoria técnica sistema de medición de geometría y desgaste de vía".*
- *"Memoria técnica sistema de medición de geometría y desgaste de línea aérea".*
- *"Memoria técnica software para generar informes en Oficina Técnica".*

Todos los documentos presentados deberán estar escritos en castellano para proceder a su evaluación.

## 16 MEDICIÓN Y ABONO

### 16.1 Precios unitarios

Los precios unitarios "base de licitación", comprenden, sin excepción ni reserva, la totalidad de los gastos y cargas ocasionados por la ejecución de los trabajos correspondientes a cada uno de ellos, los que resulten de las obligaciones impuestas al Contratista por los diferentes documentos del Contrato y por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas.

Estos precios de licitación comprenderán todos los gastos necesarios para la ejecución de los trabajos correspondientes hasta su completa terminación, a fin de que sirvan para el objeto que fueron proyectados.

La formación de precios unitarios de las unidades relacionadas en apartados anteriores de este Pliego se realizará libremente por el licitador con arreglo a su estructura de costes, pero para su justificación se deberá tener en cuenta lo siguiente:

Las unidades recogen los costes de personal, materiales y medios auxiliares incrementados en los gastos generales y beneficio oportunos que tengan en cuenta cuantas actuaciones y relaciones contractuales figuran en el pliego, y los impuestos y tasas de toda clase, excluido el IVA.

En particular, los costes de personal tienen en cuenta todo tipo de remuneraciones directas, básicas, horas extra requeridas, cualquiera que sea su número, dietas y otras asignaciones del personal en cuestión, así como todas las labores complementarias que deban realizarse, tanto por ellos como por terceros, para el correcto cumplimiento de las labores definidas en este Pliego.

Salvo los casos previstos en el presente Pliego, el adjudicatario no podrá, bajo ningún pretexto, pedir la modificación de los precios de adjudicación.

## 17 PRESUPUESTO

P.	Descripción	Medición	Precio unitario	Base Imponible
1	Equipamiento y puesta en servicio de vagón auscultador	1	1.725.000,00 €	1.725.000,00 €
2	Asistencia técnica explotación vagón auscultador	16	1.100,00 €	17.600,00 €

3	Mantenimiento preventivo vagón auscultador	1	57.400,00 €	57.400,00 €
TOTAL				1.800.000,00 €

### 17.1 Equipamiento y puesta en servicio vagón auscultador:

Esta partida incluye todos aquellos trabajos a realizar, los cuales se han descrito a lo largo del presente pliego de prescripciones técnicas, hasta la firma del acta de recepción de los sistemas (incluida la formación para operar con los mismos). A modo resumen se describen dichos trabajos:

- Suministro de sistema de odometría, vía, línea aérea y software asociado.
- Instalación de los equipos con las estructuras, bastidores, sistemas de anclaje, lastres, que se requieran.
- Informe de instalación, con planos con la fijación de los mismos, donde se represente de forma clara las estructuras/bastidores necesarios para su puesta en el vagón, indicando su posición, ajustes, dimensiones, secuencia de montaje, interfaces, anclajes, conexiones, soportes, etc. En cada uno de los sistemas se incluirá un esquema general de instalación de los diferentes sensores.
- Sistema de alimentación de los equipos.
- Sistema de adquisición/almacenamiento de datos, así como todo el cableado necesario para la comunicación entre equipos.
- Ordenador portátil industrial de 21 pulgadas para el puesto del operador, así como los trabajos a realizar para que este tenga comunicación inalámbrica, y por cable, con los equipos instalados en el vagón.
- Certificado de la instalación de acuerdo a lo marcado en el punto 7.5.
- Ensayos de validación.
- Elaboración plan formativo y formación asociada.
- Recepción de los sistemas.

La forma de abonar esta partida seguirá la siguiente distribución:

Hito	Precio unitario (1.725.000,00 €)
Suministro equipos de medición	20 %
Instalación/fijación equipos de medición	10 %
Recepción de los sistemas y formación	70 %

### 17.2 Asistencia técnica vagón auscultador

Esta partida se certificará a la finalización de las 16 unidades de servicio de asistencia técnica conforme a lo establecido en el punto 10 del presente pliego.

### 17.3 Mantenimiento preventivo vagón auscultador

Esta partida se certificará trimestralmente en función de los trabajos realizados durante el año de mantenimiento preventivo contratado, especificaciones fijadas en el punto 11 del presente pliego.

**ANEXO 1: Vagón W-781**

**ANEXO 2: GÁLIBOS A CUMPLIR**

**ANEXO 3: PERFILES DE CATENARIA**