

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Instalación y Configuración de la Plataforma de Tierra para Tren Digital cofinanciable al 40% con cargo al programa operativo 2021-2027 FEDER de la Comunidad de Madrid



Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

ÍNDICE

1. OBJETO	4
2. DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN	4
3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	7
4. ALCANCE TÉCNICO	8
5. CONFIGURACIÓN DE LOS LOTES	9
5.1 LOTE 1: ADQUISICIÓN, INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA HARDWARE PARA LA NUEVA PLATAFORMA DE TIERRA DEL TREN DIGITAL.....	10
5.1.1 ELEMENTOS OBJETO DEL SUMINISTRO	10
5.1.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE INSTALACIÓN EN CPD	13
5.1.3 HERRAMIENTA DE GESTIÓN HARDWARE X86	13
5.1.4 SERVICIOS DE INSTALACIÓN	14
5.1.5 SOPORTE AMPLIADO	15
5.1.6 EQUIPO ASIGNADO	21
5.1.7 PLAZO Y CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	22
5.2 LOTE 2: SERVICIOS DE INSTALACIÓN DEL SOFTWARE BASE PARA LA PLATAFORMA DE TREN DIGITAL	27
5.2.1 LICENCIAS PLATAFORMA.	27
5.2.2 SERVICIOS.....	28

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.2.3	EQUIPO ASIGNADO	32
5.2.4	PLAZO Y CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	33
5.3	LOTE 3: SERVICIOS DE MIGRACIÓN DE TODA LA FUNCIONALIDAD DE LA PLATAFORMA ACTUAL A LA NUEVA PLATAFORMA DEL TREN DIGITAL.	36
5.3.1	OBJETO DE ESTOS SERVICIOS.....	36
5.3.2	OBJETO DETALLADO.....	37
5.3.3	DOCUMENTACIÓN	45
5.3.4	EQUIPO ASIGNADO	45
5.3.5	PLAZO Y CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	47
5.4	LOTE 4: SERVICIOS DE IMPLANTACIÓN DEL CASO DE USO FUNCIONAL 0 PARA TREN DIGITAL EN UNA LINEA DE METRO DE MADRID.	49
5.4.1	OBJETO	49
5.4.2	ALCANCE	49
5.4.3	RECEPCIÓN DE DATOS	52
5.4.4	FORMACIÓN Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO	60
5.4.5	DOCUMENTACIÓN	60
5.4.6	EQUIPO ASIGNADO	61
5.4.7	PLAZO Y CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	63
5.5	LOTE 5: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COMUNICACIONES PARA LA PLATAFORMA DE TREN DIGITAL	66
5.5.1	OBJETO	66
5.5.2	ALCANCE	66

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.5.3 ANTECEDENTES	67
5.5.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	71
5.5.5 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	76
5.5.6 DOCUMENTACIÓN	85
5.5.7 EQUIPO ASIGNADO	87
5.5.8 PLAZO Y CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	87
5.5.9 GARANTÍA	91
6. REQUISITOS DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	97
6.1 REQUISITOS DE SEGURIDAD Y SALUD	97
6.2 REQUISITOS MEDIOAMBIENTALES Y DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	98
7. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR	100
8. GASTOS DE DIVULGACIÓN	101
9. ANEXO I CASOS DE USO FUNCIONALES.....	102
10. ANEXO II CARACTERÍSTICAS HARDWARE LOTE 4.....	113

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

1. OBJETO

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas tiene como objeto describir el alcance y condiciones de los trabajos a realizar por las empresas que resulten adjudicatarias de cada uno de los lotes del presente concurso, para la instalación y configuración de la plataforma de tierra que dará soporte a todos los proyectos relacionados con las iniciativas del tren digital de Metro de Madrid.

Las actuaciones incluidas en el lote 4 de este contrato podrán ser cofinanciadas al 40 % con cargo al Programa Operativo 2021-2027 FEDER de la Comunidad de Madrid, lo que conlleva la realización de una serie de actuaciones de divulgación. En este sentido, los **gastos de divulgación con vallas publicitarias y carteles** serán a cargo del contratista.

2. DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN

Los trabajos objeto del contrato se llevarán a efecto mediante la plena observancia y cumplimiento de todas las disposiciones legales vigentes, actuales y futuras, que afecten a dichos trabajos, ya se trate de leyes, reglamentos, ordenanzas, instrucciones o normas de cualquier otro rango que resulten obligatorias, ya sean de ámbito comunitario, nacional, autonómico o local.

En general, serán de aplicación cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos Oficiales que guarden relación con los trabajos a realizar o con sus instalaciones complementarias y que se hallen en vigor en España en el momento de ejecutarlos.

En particular y para todo aquello que no esté expresamente especificado en el presente Pliego y que pudiera tener relación con los trabajos a realizar, regirán las disposiciones contenidas en la relación de los subapartados siguientes, entendiendo incluidas las modificaciones y adiciones que se produzcan.

El contratista está obligado al cumplimiento de todas las instrucciones o normas promulgadas por la Administración que tengan aplicación en los trabajos a realizar a juicio de la Dirección del Servicio de Metro de Madrid.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

En caso de discrepancias entre las normas anteriores y salvo manifestación expresa en contra, se entenderá válida la prescripción más restrictiva. Salvo indicación en contra, se aplicará la última versión disponible de cualquier Norma, Instrucción o Reglamento Oficial relacionado.

Legislación General

REBT	Real Decreto 842/2002 del Ministerio de Industria, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas complementarias.
Seguridad y Salud en Lugares de Trabajo	Real Decreto 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
Señalización de Seguridad y Salud	Real Decreto 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Normas de Calidad, Confiabilidad y Mantenibilidad

UNE 21302-91/2M, o equivalente	Vocabulario electrotécnico. Confiabilidad y calidad de servicio.
UNE 200001-3-2, o equivalente	Gestión de la confiabilidad. Recogida de datos de confiabilidad en la explotación.
ISO 9001, o equivalente	Sistemas de Calidad - Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

ISO 14001, equivalente	o	Gestión Medioambiental
UNE 13460, equivalente	o	Mantenimiento. Documentos para el Mantenimiento.

Normas de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC)

EN 60950, o equivalente		Safety of Information Technology equipment.
ISO 20000, equivalente	o	IT Service Management
ISO 27000, equivalente	o	Sistemas de Gestión de Seguridad de la Información

Todas las prescripciones y especificaciones técnicas que se formulen en el presente pliego por referencia a cualesquiera de las tipologías normativas recogidas por el artículo 60.3 b) de la Directiva 2014/25/UE, de 26 de febrero, sobre Contratación Pública, habrán de entenderse hechas también a sus equivalentes, correspondiendo al licitador acreditar dicha equivalencia en la forma establecida en el artículo 60.5 de la mencionada Directiva.

Especialmente, el contratista estará obligado a cumplir los procedimientos que Metro de Madrid, S.A. tiene establecidos, o pueda establecer en el futuro, para los trabajos que se realicen en sus instalaciones, de los que será cumplidamente informado antes del inicio de los mismos, con objeto de que pueda trasladar dicha información a sus trabajadores, quienes deberán cumplirla debidamente.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Como regla general se emplearán las definiciones de la Norma UNE-EN 13306 - *Terminología de Mantenimiento* y de la Norma EN 13269 - *Guía para la preparación de contratos de mantenimiento*.

A efectos del presente documento se entenderá por:

“Licitador”: Empresa que presenta una Oferta Técnica y Económica para la prestación del servicio de mantenimiento objeto de este Pliego.

“Contratista”: Empresa adjudicataria del servicio de mantenimiento objeto de este Pliego.

“Metro”: Metro de Madrid, S.A.

“Sistemas de Explotación” o “Sistemas OT”: Sistemas Informáticos que sostienen los servicios de explotación, que son imprescindibles en la operativa de Metro de Madrid y en el cumplimiento de la misión de transportar viajeros.

“Sistemas de Gestión” o “Sistemas IT”: Sistemas Informáticos que sostienen los servicios de gestión e información, que son imprescindibles en la gestión de Metro de Madrid.

“Responsable del Mantenimiento”: El responsable del licitante para el seguimiento, dirección y control del correcto cumplimiento del servicio a efectos de su gestión y de velar por la consecución de los indicadores de medida que evalúan la correcta prestación de servicios de mantenimiento.

“Elemento”: parte, componente, dispositivo subsistema, unidad funcional, equipo o sistema que puede describirse y considerarse de forma individual.

“Fabricante”: persona natural o legal que se responsabiliza del diseño, fabricación y puesta en el mercado de los productos objeto de este Pliego.

“RH”: Red Hat (fabricante software)

“RHEL”: Red Hat Enterprise Linux, sistema operativo Linux con soporte empresarial.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

4. ALCANCE TÉCNICO

El alcance de los trabajos que se definen en este Pliego abarca la contratación para el suministro, instalación y configuración del hardware y software necesarios para la plataforma de tierra que dará soporte a todos los proyectos relacionados con las iniciativas del tren digital de Metro de Madrid, así como los servicios necesarios para la migración del software actual y la implantación del caso de uso funcional 0. Se incluirá también el soporte completo de hardware y software de la plataforma.

Dada la naturaleza heterogénea de los trabajos a realizar, el presente pliego se organizará en distintos lotes. El alcance del suministro y servicio de cada uno de los lotes se describe en detalle en los apartados siguientes.

Actualmente Metro de Madrid dispone de una plataforma de big data basada en una infraestructura hardware propiedad de Metro y en el software Cloudera CDP. Esta plataforma da soporte a todos los procesos de Big Data de Metro, así como las iniciativas de tren digital implantadas hasta la fecha en L1 y L5.

Debido a la obsolescencia del hardware y la necesidad de ampliación de la plataforma para dar soporte a los nuevos proyectos de Tren Digital, se hace necesario instalar una nueva infraestructura hardware, realizar la instalación del software base y la migración del software de Big Data disponible en la plataforma actual a la nueva plataforma.

También será objeto de este pliego la implantación sobre la nueva plataforma del caso de uso funcional 0 de tren digital en una línea de Metro (inicialmente Línea 8 o línea 6 condicionadas por las capacidades del material móvil) con el fin de tener disponible (suministrada y probada) la plataforma informática de tierra que permita la recepción de información técnica y funcional de los nuevos trenes que van a ser suministrados a Metro. El alcance se detallará más adelante en el presente pliego. Para una adecuada recepción de los datos, los nuevos trenes deberán comunicarse con la plataforma a implantar, fruto del presente pliego. Es importante que la plataforma de tierra esté absolutamente probada antes de la llegada de cualquier tipo de nuevo material móvil, para ello serán necesarias pruebas sobre material existente que validen la funcionalidad de la misma. Las pruebas serán tanto funcionales como de conexión física entre los trenes y la plataforma.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

En relación con los aspectos de ciberseguridad de cualquiera de los lotes, se deberán cumplir todos los requisitos de ciberseguridad definidos por el departamento de seguridad informática de Metro de Madrid, que están recogidos en el documento *SGC-OT-01 Requisitos Ciberseguridad V1.0.*, así como coordinar con los responsables de este departamento todas las tareas que pudieran afectar a cualquier aspecto relacionado con la ciberseguridad.

5. CONFIGURACIÓN DE LOS LOTES

Para el presente concurso se han configurado 5 lotes.

El desglose de lotes es el siguiente:

Lote 1: Adquisición, instalación y mantenimiento de la infraestructura hardware para la nueva plataforma de tierra del Tren Digital

Lote 2: Licencias de la plataforma y Servicios de Instalación software base para la plataforma de tierra Tren Digital.

Lote 3: Servicios de Migración de la funcionalidad de la plataforma actual a la nueva plataforma de tierra de tren Digital

Lote 4: Servicios de Implantación de caso de uso funcional 0 de Tren digital para L3

Lote 5: Suministro e Instalación de Comunicaciones para la plataforma de Tren Digital

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.1 LOTE 1: ADQUISICIÓN, INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA HARDWARE PARA LA NUEVA PLATAFORMA DE TIERRA DEL TREN DIGITAL.

5.1.1 Elementos objeto del suministro

El objeto de este lote es adquirir la infraestructura hardware (cómputo y almacenamiento) y el software asociado al hardware (sistema operativo y software de gestión) necesarios para renovar y ampliar la infraestructura que alojara todos los proyectos relacionados con el Tren Digital y aplicaciones de Big Data presentes y futuras. La infraestructura hardware y software asociado abarca tanto el entorno de producción que se instalará en un CPD de Metro, como el entorno de desarrollo a instalar en otro CPD también de Metro.

La plataforma de tierra se compone de tres clúster o grupo de servidores (CDF, CDP base, ECS), como se describe en el apartado 5.2.2. Cada uno de los servidores tiene un rol dentro de la plataforma. Dependiendo del clúster y el rol del servidor dentro del clúster se han definido 8 tipos de servidores, aplicables tanto al entorno de producción como al de desarrollo. Los tipos definidos son:

- Tipo 1: servidor del clúster CDF, rol Nifi.
- Tipo 2: servidor del clúster CDF, rol kafka.
- Tipo 3: servidor Cloudera Manager o CDP base rol Edge/Gateway.
- Tipo 4: servidor del clúster CDP base, rol master.
- Tipo 5: servidor del clúster CDP base, rol worker.
- Tipo 6: servidor del clúster ECS, rol master.
- Tipo 7: servidor del clúster ECS, rol worker CDW.
- Tipo 8: servidor del clúster ECS, rol worker CDE o CML.

En los siguientes puntos se enumeran los servidores requeridos por entorno y su tipología; así como el software asociado:

A. Entorno de producción en CPD 1

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- Treinta y cuatro (34) servidores x86 enracables de cómputo y datos, para albergar los tres clústeres lógicos del software Big Data Cloudera (CDF, CDP y ECS). Estos 34 servidores de producción tienen los siguientes tipos de hardware requerido:
 - 4 servidores tipo 1 (CDF, Nifi)
 - 3 servidores tipo 2 (CDF, Kafka)
 - 2 servidores tipo 3 (CMS y Edge/Gw)
 - 3 servidores tipo 4 (CDP base, master)
 - 5 servidores tipo 5 (CDP base, worker)
 - 3 servidores tipo 6 (ECS, master)
 - 10 servidores tipo 7 (ECS, worker1)
 - 4 servidores tipo 8 (ECS, worker2)

Las características técnicas para cada tipo de servidor están detalladas en el fichero Excel “Desglose tecnico.xlsx”, hoja denominada “L1 HW Solicitado”, cuadro “Servidores enracables Tipo #”.

- Treinta y cuatro (34) Licencias del software gestión del hardware para los servidores ofertados, ver detalles en el apartado 5.1.3 Herramienta de gestión hardware x86 y en el fichero Excel “Desglose tecnico.xlsx”, hoja denominada “L1 SW Solicitado”, cuadro “Herramienta de gestión Hardware Producción”.
- Treinta y cuatro (34) suscripciones del sistema operativo Red Hat Enterprise Linux para los servidores ofertados, según las características técnicas detalladas en el fichero Excel “Desglose tecnico.xlsx”, hoja denominada “L1 SW Solicitado”, cuadro “Software Red Hat Producción”.
- Treinta y cuatro (34) suscripciones del software de gestión Red Hat Satellite para los sistemas operativos Linux de los servidores ofertados, según las características técnicas detalladas en el fichero Excel “Desglose tecnico.xlsx”, hoja denominada “L1 SW Solicitado”, cuadro “Software Red Hat Producción”.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

B. Entorno de desarrollo en CPD 2

- Doce (12) servidores x86 enracables de cómputo y datos, para albergar los tres clústeres lógicos del software Big Data Cloudera (CDF, CDP y ECS) de desarrollo. Estos 12 servidores tienen los siguientes tipos de hardware requerido:
 - 1 servidor tipo 1 (CDF, Nifi)
 - 1 servidor tipo 2 (CDF, Kafka)
 - 1 servidor tipo 4 (CDP base master), este servidor asumirá también el role de CMS y Edge/Gw.
 - 3 servidores tipo 5 (CDP base, worker)
 - 1 servidor tipo 6 (ECS, master)
 - 3 servidores tipo 7 (ECS, worker1)
 - 2 servidores tipo 8 (ECS, worker2)

Las características técnicas para cada tipo de servidor están detalladas en el fichero Excel “Desglose tecnico.xlsx”, hoja denominada “L1 HW Solicitado”, cuadro “Servidores enracables Tipo #”.

- Doce (12) Licencias del software gestión del hardware para los servidores ofertados, ver detalles en el apartado 5.1.3 Herramienta de gestión hardware x86 y en el fichero Excel “Desglose tecnico.xlsx”, hoja denominada “L1 SW Solicitado”, cuadro “Herramienta de gestión HW Desarrollo”.
- Doce (12) suscripciones del sistema operativo Red Hat Enterprise Linux para los servidores ofertados, según las características técnicas detalladas en el fichero Excel “Desglose tecnico.xlsx”, hoja denominada “L1 SW Solicitado”, cuadro “Software Red Hat desarrollo”.
- Doce (12) suscripciones del software de gestión Red Hat Satellite para los sistemas operativos Linux de los servidores ofertados, según las características técnicas detalladas en el fichero Excel “Desglose tecnico.xlsx”, hoja denominada “L1 SW Solicitado”, cuadro “Software Red Hat Desarrollo”.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.1.2 Características físicas de instalación en CPD

Cada uno de los entornos (producción y desarrollo) se instalarán en localizaciones diferentes. Los servidores del entorno de producción se instalarán en el nuevo CPD global, mientras que los servidores del entorno de desarrollo se instalarán en el CPD del CTI.

En ambos casos, los equipos deben poder instalarse en armarios con las siguientes características:

- Armario de 800 x 1200 mm.
- Refrigeración: toma de aire frío por parte frontal y expulsión de aire caliente por trasera.
- Alimentación redundada a través de dos PDUs de 32A, con circuitos de protección de curva C.
- Puesta a tierra.

Todo el tendido de cableado del proyecto debe quedar debidamente etiquetados en sus extremos según la normativa que Metro solicite. Esto incluye, cableado estructurado y cables de parcheo o puentes que se instalen. Se utilizarán etiquetas adhesivas, como las que se muestra en la imagen, en las que debe poder escribirse texto en tres líneas diferentes con la longitud de texto necesaria.

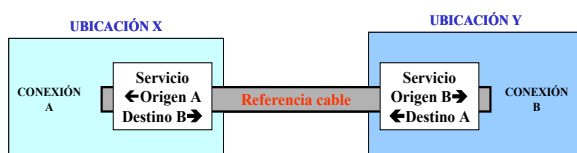


Figura 1: Ejemplo de etiquetado cableado

5.1.3 Herramienta de gestión hardware x86

Metro de Madrid, dispone de las herramientas HPE OneView y Dell OpenManage para la gestión de su actual plataforma hardware de servidores x86. Los equipos objeto de esta licitación deberán integrarse en una de dichas herramientas, y para ello deberán incluir las licencias

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

software necesarias para que su integración sea completa y permita utilizar todas las funcionalidades de dicha consola y de la tarjeta de gestión de los servidores.

En caso de que los equipos ofertados no puedan integrarse en ninguna de dichas herramientas, el contratista deberá suministrar todos los elementos hardware y software necesarios, licencias incluidas, para implantar una nueva consola centralizada compatible con los servidores suministrados, así como los servicios de instalación, configuración y soporte para tres (3) años con los mismos niveles de servicio que para los equipos solicitados. Se deberá incluir al menos dos jornadas de servicios profesionales, para realizar transferencia de conocimiento de las funcionalidades, configuración y uso de dicha consola.

Las características técnicas de esta consola de gestión centralizada se detallan en el Excel adjunto: “Desglose Técnico.xlsx”, hoja “L1 SW Solicitado”, cuadro “Herramienta de Gestión HW – Características técnicas”.

5.1.4 Servicios de instalación

Las ofertas que se presenten deberán contemplar todos los servicios necesarios para realizar el aprovisionamiento, instalación y configuración inicial de los elementos a suministrar que se indican en el apartado 5.1.1 Elementos objeto del suministro. Estos elementos incluyen equipos y software asociado para los entornos de producción y desarrollo, teniendo en cuenta que los equipos y el software asociado a cada entorno se realizaran en CPDs diferentes.

En todo caso, el servicio se prestará de forma íntegra y completa por la cantidad que se oferte y que dará lugar a la firma del contrato, de tal manera que no se aceptará en ningún caso que existan sobrecostes adicionales.

Los entornos de Metro donde se debe realizar la instalación funcionan 24 horas al día, los siete días de la semana, todos los días del año, por lo que las acciones a realizar se ejecutarán minimizando las interrupciones del servicio y siempre en los periodos autorizados por Metro.

Para la correcta ejecución de los suministros solicitados se requiere:

- Desembalado de los equipos.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- Montaje en armario (rack) en dos ubicaciones definidas por Metro.
- Cableado y etiquetado de todos los componentes del hardware.
- Encendido y verificación inicial del correcto funcionamiento de todos los componentes.
- Configuración inicial del servidor: interfaz de gestión hardware, RAID de discos y actualización del firmware a la última versión disponible.
- Integración en la herramienta de gestión del hardware.
- Instalación del sistema operativo Linux RHEL de acuerdo a las indicaciones de Metro de Madrid y las recomendaciones para el software Cloudera.
- Pruebas funcionales del hardware con RHEL (drivers, discos, red LACP)
- Retirada de todos los residuos generados.
- Documentación de la instalación y configuración de todos los elementos hardware y software suministrados.

Los servicios de instalación del hardware se enumeran en el Excel adjunto: “Desglose Técnico.xlsx”, hoja “L1 HW Solicitado”, en los cuadros “Servicios del HW Producción” y “Servicios del HW Desarrollo”, mediante la característica “Servicios de instalación”.

Los servicios de instalación y configuración del software se enumeran en el Excel adjunto: “Desglose Técnico.xlsx”, hoja “L1 SW Solicitado”, en los cuadros “Herramienta de Gestión Hardware Producción” y “Herramienta de Gestión Hardware Desarrollo”, mediante la característica “Servicios de Instalación”.

Los servicios de instalación y configuración del software Red Hat se enumeran en el Excel adjunto: “Desglose Técnico.xlsx”, hoja “L1 SW Solicitado”, en los cuadros “Software Red Hat Producción” y “Software Red Hat Desarrollo”, mediante la característica “Servicios de Instalación”.

5.1.5 Soporte ampliado

Todos los equipos hardware, software asociado de gestión del hardware, sistema operativo Red Hat Enterprise Linux y Red Hat Satellite solicitados se deben ofertar con soporte ampliado por un periodo de 3 años. El soporte comenzará a contabilizarse a partir del día siguiente a la finalización del hito 1 indicado en el apartado 5.1.7.2 **Plazo de ejecución**. Los niveles de servicio

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

varían según la tipología de los elementos a mantener (hardware o software) y el entorno al que pertenecen (producción o desarrollo), dichos niveles de servicio se describen en los siguientes subapartados.

5.1.5.1 Soporte ampliado servidores y software de gestión hardware x86

El soporte ampliado para los servidores x86 y el software de gestión hardware asociado (OneView, OpenManage o similar) varía según la pertenencia del hardware o software al entorno de producción o desarrollo.

Pero existen una serie de características comunes del soporte ampliado para todos los servidores x86 y el software de gestión hardware asociado. Las características comunes para todos los servidores x86 (producción y desarrollo) y su software de gestión hardware son:

- Será ofrecido directamente por el fabricante.
- Soporte en castellano.
- Recepción de notificaciones de avería en un número de teléfono único de contacto. Adicionalmente, también se podrán abrir incidencias a través de sistemas de monitorización remota, correo electrónico o web.
- Suministro de nuevas versiones del Software licenciado, Bug Fixes y Patches, así como, herramientas y procedimientos para obtener actualizaciones.
- Acceso al soporte telefónico y web del fabricante, 24 horas al día, todos los días del año, para registro de incidencias.
- Monitorización remota de los equipos, detección automática de problemas y la notificación automática de incidencias a Metro.
- Acceso on-line al motor de búsqueda del fabricante, para buscar notas técnicas, artículos y documentos.
- Inclusión en el servicio de alertas de seguridad del fabricante.
- Durante el periodo de garantía y soporte ampliado, Metro tendrá derecho a recibir cualquier versión, parche, mejora, etc. implementada por el fabricante, para el hardware y software bajo el contrato y en el momento en que se comercialice. Las mejoras y la documentación estarán disponibles a través de descarga electrónica.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Las características de soporte particulares para los servidores x86 y el software de gestión hardware, según pertenezcan a producción o desarrollo, se refieren al horario de atención y tiempos de respuesta ante incidencias. Dichas particularidades se detallan a continuación

A. Entorno de producción

Los servidores x86 de producción tiene un nivel de servicio de mantenimiento diferenciado, con atención de incidencias 7x24 (continuo). Para estos servidores y software de gestión x86 se establecen niveles de prioridad para la atención de incidencias, dependiendo de la gravedad que dicha avería implique en el servicio prestado a los usuarios de Metro. Por ello, ese nivel de prioridad lo establecerá Metro para cada caso y se notificará al dar de alta la incidencia:

✓ **Prioridad 1 – Caída del sistema (CRÍTICA).**

Desde la apertura de la incidencia, atención técnica remota en 30 minutos como máximo y soporte presencial de un técnico en las instalaciones de Metro, si fuera necesario, en 4 horas como máximo.

✓ **Prioridad 2 – El sistema no funciona a pleno rendimiento (IMPORTANTE).**

Desde la apertura de la incidencia, atención técnica remota en 1 hora como máximo y soporte presencial de un técnico en las instalaciones de Metro, si fuera necesario, en 4 horas.

✓ **Prioridad 3 – Avería que no influye en el funcionamiento normal del sistema.**

Desde la apertura de incidencia se trabajará en el diagnóstico y resolución remota, en caso de necesidad se acordará soporte presencial y ventana de intervención, según las necesidades de Metro y acorde a los niveles de servicio.

B. Entorno de desarrollo

Los servidores x86 de desarrollo tiene un nivel de servicio de mantenimiento diferenciado con atención de incidencias 5x8 (horario de oficina). Para estos servidores y software de gestión x86 se establecen niveles de prioridad para la atención de incidencias, dependiendo de la gravedad que dicha avería implique en el servicio prestado a los usuarios de METRO. El nivel de prioridad

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

lo establecerá Metro en cada caso en función del impacto para METRO, y se notificará al dar de alta la incidencia:

✓ **Prioridad 1 – Caída del sistema (CRÍTICA).**

Desde la apertura de la incidencia, atención técnica remota en 2 horas como máximo y soporte presencial de un técnico en las instalaciones de Metro, si fuera necesario, el día siguiente como máximo.

✓ **Prioridad 2 – El sistema no funciona a pleno rendimiento (IMPORTANTE).**

Desde la apertura de la incidencia, atención técnica remota en 3 horas como máximo y soporte presencial de un técnico en las instalaciones de Metro, si fuera necesario, en el día siguiente como máximo.

✓ **Prioridad 3 – Avería que no influye en el funcionamiento normal del sistema.**

Desde la apertura de la incidencia, atención técnica remota en 4 horas como máximo y soporte presencial de un técnico en las instalaciones de Metro, si fuera necesario, en el día siguiente como máximo.

Las cantidades y tipos de soporte ampliado para los servidores esta enumerado en el Excel adjunto: "Desglose Técnico.xlsx", hoja "L1 HW Solicitado", en la característica "Soporte ampliado" de cada uno de los cuadros de los distintos tipos de servidores.

Por otra parte, Las cantidades y tipos de soporte ampliado para el software de gestión del hardware esta enumerado en el Excel adjunto: "Desglose Técnico.xlsx", hoja "L1 SW Solicitado", cuadros "Herramienta de Gestión Hardware Producción" y "Herramienta de Gestión Hardware Desarrollo", en la característica "Soporte Ampliado" dentro de cada cuadro correspondiente al tipo de servidor.

5.1.5.2 Soporte ampliado software Red Hat

El soporte ampliado para el software de Red Hat comprende el mantenimiento del software de sistema operativo Red Hat Enterprise Linux y el software de gestión de Linux Red Hat Satellite.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Se contemplan dos tipos de soporte ampliado para el software Red Hat, dependiendo si se usa en un servidor de producción o desarrollo. Ambos tipos comparten una serie de características de mantenimiento comunes, que son:

- Soporte ofrecido directamente por Red Hat o por un Distribuidor/OEM autorizado por el fabricante.
- Si el soporte es prestado por un Distribuidor/OEM autorizado, este debe tener capacidad para derivar incidencias al fabricante (Red Hat).
- Soporte en castellano.
- Soporte telefónico y vía web.
- Servicio de soporte por 3 años.
- Suministro de nuevas versiones del Software licenciado, Bug Fixes y Patches, así como, herramientas y procedimientos para obtener actualizaciones.
- Acceso on-line al motor de búsqueda del fabricante, para buscar notas técnicas, artículos y documentos.
- Inclusión en el servicio de alertas de seguridad del fabricante.
- Durante el periodo de garantía y soporte ampliado, Metro tendrá derecho a recibir cualquier versión, parche, mejora, etc. implementada por el fabricante, para el hardware y software bajo el contrato y en el momento en que se comercialice. Las mejoras y la documentación estarán disponibles a través de descarga electrónica.

En cuanto a las diferencias entre el tipo de soporte del software Red Hat empleado en producción y desarrollo, la diferencia fundamental consiste en el horario de atención y tiempos de respuesta de incidencias. El software en sistemas de producción tendrá atención durante todo el día (24x7 o RH Premium), mientras que el software en sistemas de desarrollo la atención será solo en horario de oficina (8x5 o RH Standard).

Las particularidades del soporte del software Red Hat en producción y desarrollo se detallan a continuación

A. Entorno de producción

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Las suscripciones de software Red Hat de producción tendrán atención de incidencias continua (7x24). Se establecen niveles de prioridad para la atención de incidencias, dependiendo de la gravedad que dicha avería implique en el servicio prestado a los usuarios de Metro. Por ello, ese nivel de prioridad lo establecerá Metro para cada caso y se notificará al dar de alta la incidencia.

Las suscripciones con nivel de soporte 24x7 (RH Premium o equivalente) tendrán los siguientes niveles de servicio mínimos:

✓ **Prioridad 1 – Caída del sistema (CRITICA).**

Apertura de incidencias en cualquier momento, el tiempo de respuesta de la incidencia debe ser de 1 hora como máximo. Disponibilidad de proceso de priorización y escalado para incidencias críticas.

✓ **Prioridad 2 – El sistema no funciona a pleno rendimiento (IMPORTANTE).**

Apertura de incidencias en cualquier momento, el tiempo de respuesta de la incidencia debe ser de 2 horas como máximo. Disponibilidad de proceso de priorización y escalado de incidencias.

✓ **Prioridad 3 – Avería que no influye en el funcionamiento normal del sistema.**

Apertura de incidencias en cualquier momento, el tiempo de respuesta de la incidencia debe ser de 4 horas en horario de oficina como máximo. Disponibilidad de proceso de priorización y escalado de incidencias.

B. Entorno de desarrollo

Las suscripciones de software Red Hat de desarrollo tendrán atención ante incidencias en horario oficina (5x8). Las suscripciones con nivel de soporte 8x5 (RH Standard o equivalente) tendrán los siguientes niveles de servicio mínimos:

✓ **Prioridad 1 – Caída del sistema (CRITICA).**

Apertura de incidencias en cualquier momento, tratamiento de incidencias en horario de oficina, el tiempo de respuesta de la incidencia debe ser de 1 hora en

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

horario de oficina como máximo. Disponibilidad de priorización y escalado para incidencias críticas.

✓ **Prioridad 2 – El sistema no funciona a pleno rendimiento (IMPORTANTE).**

Apertura de incidencias en cualquier momento, tratamiento de incidencias en horario de oficina, el tiempo de respuesta de la incidencia debe ser de 4 horas en horario de oficina como máximo. Disponibilidad de priorización y escalado de incidencias.

✓ **Prioridad 3 – Avería que no influye en el funcionamiento normal del sistema.**

Apertura de incidencias en cualquier momento, el tiempo de respuesta de la incidencia debe ser de 1 día laborable como máximo. Disponibilidad de priorización y escalado de incidencias.

Las cantidades y tipos de soporte ampliado para el software Red Hat esta enumerado mediante suscripciones en el Excel adjunto: "Desglose Técnico.xlsx", hoja "L1 SW Solicitado", cuadros "SW Red Hat Producción" y "SW Red Hat Desarrollo", en las características "Suscripciones".

5.1.6 Equipo asignado

La empresa licitadora que resulte adjudicataria asignará un equipo experimentado y certificado que será responsable de la ejecución de los servicios de instalación y configuración de los nuevos elementos.

De entre todo el equipo que pueda estar asignado, deberá haber al menos (3) tres perfiles asignados para la ejecución del proyecto:

- **Un (1) Jefe de proyecto:**

Su misión será:

- Planificar y coordinar todas las tareas de suministro de material (hardware y software), servicios de instalación y configuración, junto con la puesta en soporte de todos los elementos requeridos.
- Informar y documentar.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- **Un (1) Técnico de servidores x86 del fabricante:**

Su misión será:

- Colaborar con el equipo técnico de METRO, verificando la recepción de todos los elementos solicitados.
- Negociar y acordar los parámetros de instalación y configuración física y lógica de todos los elementos suministrados, junto con el personal de METRO.
- Instalación física de los servidores en los chasis correspondientes, cableado y etiquetado de servidores y cables (FC, Ethernet).
- Actualización de firmware, Configuración de discos.
- Integración de los servidores en la herramienta de gestión hardware x86 (OneView, OpenManage o similar).
- Probar y verificar la correcta instalación e integración de los servidores, junto con el personal de METRO, en el entorno (FC, Ethernet, alimentación).
- Documentación de las tareas realizadas.

- **Un (1) Técnico Red Hat Enterprise Linux:**

Su misión será:

- Instalación del sistema operativo RHEL en todos los servidores.
- Integración en la infraestructura de METRO.
- Transferencia de información práctica al personal de METRO de la configuración.
- Documentación de las tareas realizadas.

5.1.7 Plazo y condiciones de ejecución de los trabajos

5.1.7.1 Inicio de los trabajos

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Se mantendrá una reunión de inicio en la que se formalizará la fecha de inicio de los trabajos.

5.1.7.2 Plazo de ejecución

El plazo de ejecución del contrato será de 42 (cuarenta y dos) meses a partir del día siguiente a la firma del acta de inicio de los trabajos.

Se definen plazos de ejecución parciales:

El aprovisionamiento, instalación y configuración de los elementos a instalar, será de 6 (seis) meses a partir del día siguiente a la reunión de inicio del proyecto. Se definen varios hitos en el proyecto:

- **Hito 1 – Suministro de los equipos**

Para la consecución de este hito se deberán haber realizado el suministro de todos los elementos hardware y software que se detallan en el apartado 5.1.1 Elementos objeto del suministro.

- **Hito 2 – Finalización de la instalación**

Para la consecución de este hito se deberán haber realizado todos los servicios que se detallan en el apartado 5.1.4 Servicios de instalación. Dichos servicios deben ser certificados y aceptados por Metro.

Para la ejecución de los hitos 1 y 2, se contará con un plazo de 6 (seis) meses a partir del día siguiente a la reunión de inicio del proyecto.

5.1.7.3 Comunicación de Incidencias e Interlocución

Cualquier incidencia que se detecte en las instalaciones originará una comunicación del CONTRATISTA hacia Metro de Madrid, o en caso que la incidencia se detecte con medios propios, de Metro de Madrid hacia el CONTRATISTA. Esta comunicación se realizará por dos vías, una de ellas verbal, por llamada a teléfono fijo o móvil, las 24 horas del día, todos los días del año, facilitado por el CONTRATISTA y otra escrita (Web, correo electrónico, SMS o fax). El

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

CONTRATISTA empleará igualmente el procedimiento de doble comunicación para notificar la atención y resolución de las incidencias.

5.1.7.4 Procedimiento de Escalado

El CONTRATISTA ha de indicar el orden de contactos para el escalado ante la imposibilidad de empleo de los cauces definidos en los distintos tipos de notificaciones.

Metro proporcionará igualmente la relación de contactos para el escalado.

5.1.7.5 Lugar de ejecución de los trabajos

Los trabajos se realizarán en remoto o con presencia de personal técnico en dependencias de Metro de Madrid, en función de las necesidades que establezca en cada momento la Dirección del Servicio de Metro de Madrid.

5.1.7.6 Horarios y limitaciones en los trabajos de instalación

Los trabajos en una zona sin servicio no se verán afectados por limitación de horario, sin embargo, en los trabajos a efectuar en los tramos en explotación, el Contratista tendrá que realizar necesariamente los trabajos teniendo en cuenta lo siguiente:

Trabajos en CPD:

Los trabajos dentro de los CPD, siempre que no afecten a los servicios de explotación, podrán realizarse en jornadas normales de 8 horas, incluso en horario diurno.

En caso de que dichos trabajos puedan afectar a algún servicio, deberá preverse que el horario estará limitado desde las 2 h hasta las 5:30 h de la mañana, excepto en caso en que el servicio afectado sea el de circulación de trenes, en cuyo caso el horario estará limitado a 2,5 horas (de 2:30 a 5:00 h).

Solicitud de trabajos:

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Todos los trabajos que afecten a algún servicio de explotación deberán ser programados y autorizados explícitamente por METRO.

El Contratista solicitará por escrito la programación de los trabajos a la Dirección Facultativa, debiendo ser programados con el tiempo de antelación que la Dirección Facultativa indique.

Por razones del Servicio de Mantenimiento, y otras causas, se podrán suspender trabajos programados, o bien acortar los periodos disponibles, no admitiéndose reclamación alguna por parte del Contratista.

5.1.7.7 Medios materiales

Corresponde al CONTRATISTA dotar a su personal de todos los medios materiales necesarios para la realización de las actividades contratadas, incluyendo los medios de carácter ofimático, tales como ordenadores, servicios de comunicación telefónica y de datos, servicios de impresión, material de oficina, etc.

5.1.7.8 Propiedad intelectual

Sin perjuicio de lo dispuesto por la legislación vigente en materia de propiedad intelectual y de protección jurídica de los programas de ordenador, el CONTRATISTA acepta expresamente que los derechos de explotación de las aplicaciones informáticas y de los programas desarrollados al amparo del presente servicio corresponden únicamente a Metro de Madrid, con exclusividad y a todos los efectos.

En este sentido, el CONTRATISTA se obliga a entregar a Metro de Madrid todos los programas, tanto en código fuente como ejecutables, ficheros de configuración, datos, cálculos implementados, procesos desarrollados y demás información empleada en el desarrollo de los diferentes trabajos. Esta entrega ha de realizarse de forma continua durante el periodo de vigencia del contrato, en las localizaciones y sistemas que designe la Dirección del Servicio de Metro de Madrid.

5.1.7.9 Plazo de garantía

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

El plazo de garantía hardware y software será de 2 años, sin menoscabo de lo indicado en los apartados 5.1.5 *Soporte ampliado*

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.2 LOTE 2: SERVICIOS DE INSTALACIÓN DEL SOFTWARE BASE PARA LA PLATAFORMA DE TREN DIGITAL

El Lote 2 incluirá la adquisición de las licencias del software de Cloudera para todos los componentes de la plataforma de tierra, en el entorno de desarrollo y en el entorno de producción. También en el Lote 2 se incluirán todos los servicios de instalación, configuración y seguridad de la plataforma para que la plataforma quede funcionalmente operativa.

5.2.1 Licencias plataforma.

Se deberán suministrar las siguientes subscripciones de licencias:

Entorno de Producción:

Producto	Descripción	Cantidad	Inicio	Fin
CDP Private Cloud Base Edition - Business	Cloudera Data Platform Private Cloud Base Edition - Annual Subscription per Node for up to 16 Cores/128 GB RAM for compute and up to 48 TB for storage. Business-Level Support. AGPL License	13	01/09/2024	31/08/2027
Cloudera Compute	COMPUTE: price per CCU per year for compute in excess of 16 cores/128GB RAM per Node, where 1 CCU = 1 core + 8 GB RAM	40	01/09/2024	31/08/2027
CDP Private Cloud Data Services per CCU - Business	Cloudera Data Platform Private Cloud Data Services: Annual Subscription per CCU. Business-Level Support. AGPL License.	472	01/09/2024	31/08/2027
Cloudera Data Platform Flow Management Edition Subscription, 4 Cores - Business Support	Cloudera Data Platform Flow Management Edition - Annual Subscription, 4 Cores - Business Support. AGPL License.	16	01/09/2024	31/08/2027
Cloudera Edge Management, 100 Agents Subscription - Business	Cloudera Edge Management: Annual Subscription - 100 Agents - Business Support. AGPL License.	1	01/09/2024	31/08/2027

Entorno de Desarrollo:

Producto	Descripción	Cantidad	Inicio	Fin
CDP Private Cloud Base Edition - Standard	Cloudera Data Platform Private Cloud Data Services: Annual Subscription per CCU. Business-Level Support. AGPL License.	6	01/09/2024	31/08/2027
CDP Private Cloud Data Services per CCU - Standard	Cloudera Data Platform Private Cloud Data Services: Annual Subscription per CCU. Business-Level Support. AGPL License.	168	01/09/2024	31/08/2027
Cloudera Data Platform Flow Management Edition Subscription, 4 Cores - Business Support	Cloudera Data Platform Flow Management Edition - Annual Subscription, 4 Cores - Business Support. AGPL License.	4	01/09/2024	31/08/2027

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.2.2 Servicios.

El objeto de los servicios incluidos en el ámbito de este lote es la instalación del software base, sobre la plataforma hardware instalada según el lote 1 de este pliego, que dará soporte a todas las funcionalidades de tren digital, así como a todos los procesos de big data disponibles en Metro de Madrid hasta la fecha de la migración a la nueva plataforma.

Metro de Madrid dispondrá de dos entornos, el entorno de desarrollo y el entorno de producción. Todas las tareas de instalación y configuración se deberán realizar sobre los dos entornos.

Todas las tareas de instalación y configuración deberán quedar completamente documentadas y se realizará una transferencia de conocimiento de todo el proceso al personal técnico de Metro de Madrid.

De forma resumida las tareas básicas a realizar incluirán:

Fase de Instalación:

- Análisis inicial
- Instalación CDP Base
- Segurización de Cluster con Kerberos
- Instalación CDF
- Instalación Data Services y despliegue de CML, CDE y CDW.
- Documentación.

Todas las tareas de estos servicios se realizarán a través de los servicios profesionales del fabricante Cloudera.

5.2.2.1 Instalación base

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

El software base de la plataforma será la última versión disponible (en el momento de instalación) y estable de la plataforma CDP (Cloudera Data Platform), o su evolución funcional que determine el roadmap del fabricante Cloudera, con todos los componentes necesarios para cubrir las funcionalidades actualmente disponibles en la plataforma de big data de Metro de Madrid, así como todas las funcionalidades necesarias para los proyectos de Tren Digital.

Los servicios de instalación se realizarán a través de los servicios profesionales de Cloudera.

Para el software base, se requiere la instalación de al menos los siguientes componentes o su evolución técnica según roadmap del fabricante:

Hdfs/Ozone	Ranger	Atlas	Nifi
Kafka	Flink	Impala	Kudu
Hive	Hbase	Sqoop	Yarn
Kerberos			

Aunque la arquitectura definitiva de la plataforma se concretará durante las primeras fases del proyecto, siguiendo las recomendaciones de la arquitectura de referencia definida por el fabricante, el proceso de instalación del software base deberá contemplar una arquitectura de similares prestaciones a la que se describe a continuación, implementada sobre la plataforma hardware descrita en el lote 1 del presente pliego.

La arquitectura de la plataforma de tierra del tren digital, estará compuesta por tres clúster lógicos que agruparán distintas funcionalidades de diferentes componentes que por su naturaleza precisan de diferentes requerimientos de la plataforma.

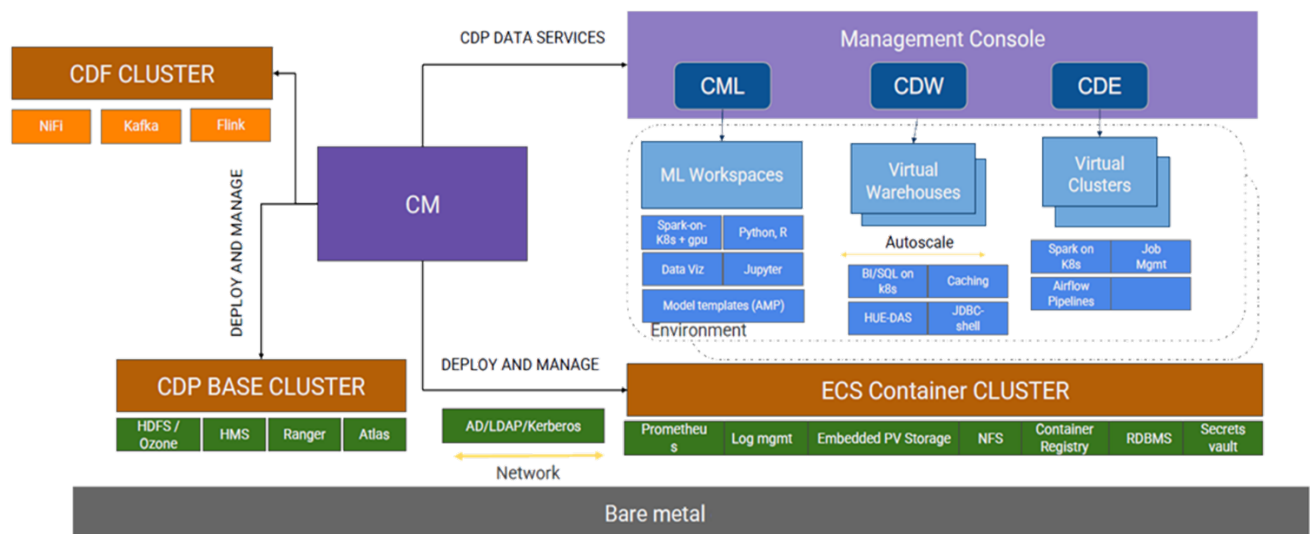
Cluster CDF, será el encargado de todas las funcionalidades relacionadas con el procesamiento de los datos en tiempo real y dará soporte a los componentes Nifi, Kafka y Flink.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Cluster Base, será el encargado de la persistencia de grandes volúmenes de datos y de los servicios transversales de la plataforma como el servicio de seguridad, auditoría etc., este clúster dará soporte entre otros componentes a Hdfs/Ozone, Ranger, Atlas, etc.

Cluster de Servicios, este clúster conformará una plataforma de nube privada donde se desplegarán distintos servicios de datos, se basará en una arquitectura de contenedores que permitirá un escalado automático de los servicios de datos en función de sus necesidades en tiempo de ejecución. Se desplegarán sobre este clúster al menos los siguientes servicios:

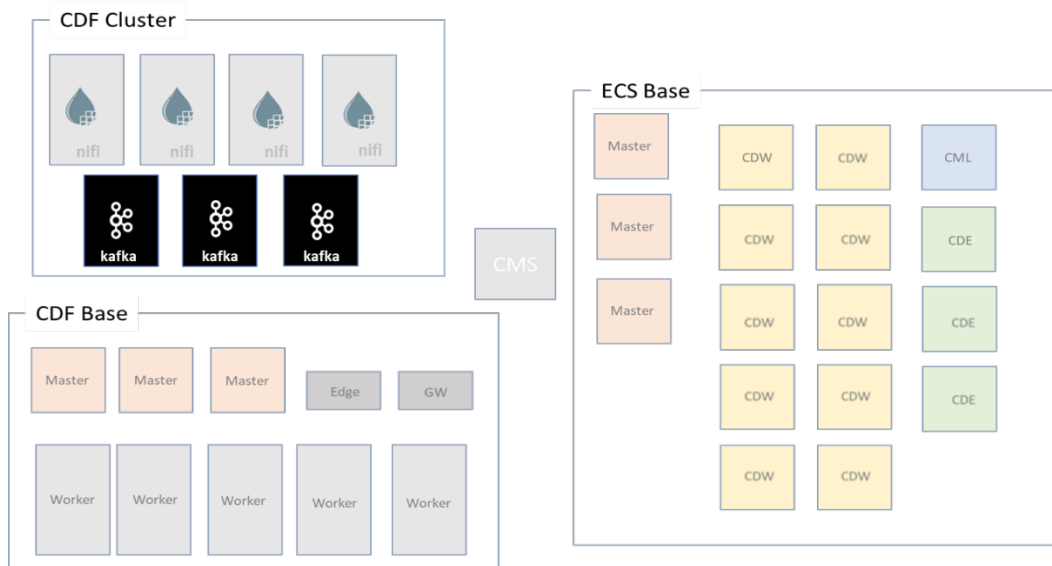
- CDE, Cloudera Data Engineering.
- CDW, Cloudera Data Warehouse
- CML, Cloudera Machine Learning
- Cloudera Data Visualization



Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

El despliegue de los diferentes componentes sobre los nodos físicos del Lote 1 se concretará en la primera fase del proyecto antes del inicio del proceso de instalación del software base.

En una primera aproximación el proceso de instalación deberá tener en cuenta una arquitectura de despliegue similar a la que se muestra en el siguiente esquema.



El proceso de instalación del software base se realizará tanto para el entorno de desarrollo como para el entorno de producción.

5.2.2.2 Segurización del cluster

Después de la instalación base se deberán realizar todas las configuraciones que estén disponibles en la plataforma actual prestando especial atención a la segurización de todos los servicios del clúster.

Todos los servicios del clúster deberán estar segurizados con Kerberos y TLS. Se deberá integrar la autenticación con el directorio LDAP de Metro FreeIPA de la misma forma que está disponible

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

en la plataforma actual, adaptándolo en caso de ser necesario a los requerimientos de la nueva versión.

Todos los servicios de instalación deberán ser contratados a los servicios profesionales de Cloudera.

5.2.3 Equipo asignado

La empresa licitadora que resulte adjudicataria asignará un equipo experimentado y certificado que será responsable de la ejecución de los servicios de instalación y configuración de los nuevos elementos.

De entre todo el equipo que pueda estar asignado, deberá haber al menos dos perfiles asignados para la ejecución del proyecto:

- **Un (1) Jefe de proyecto:**

Su misión será:

- Planificar y coordinar todas las relacionadas con los servicios de instalación y configuración.
- Informar y documentar.

- **Un (1) Técnico del fabricante Cloudera:**

Su misión será:

- Analizar y acordar los parámetros de instalación y configuración física y lógica de todos los servicios, junto con el personal de METRO.
- Instalación, securización y configuración del Software en los dos entornos.
- Probar, verificar y certificar la correcta instalación e integración de todo el software, junto con el personal de METRO.
- Transferencia de información práctica al personal de METRO de la configuración.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- Documentación de las tareas realizadas.

5.2.4 Plazo y condiciones de ejecución de los trabajos

5.2.4.1 Inicio de los Trabajos

Se mantendrá una reunión de inicio en la que se formalizará la fecha de inicio de los trabajos.

Los trabajos no podrán iniciarse antes de la finalización de los trabajos de instalación del lote 1, descritos como hito 2 en el apartado 5.1.7.2 *Plazo de ejecución*.

5.2.4.2 Plazo de Ejecución

El plazo de ejecución del contrato será de 36 meses a partir del día siguiente a la firma del acta de inicio de los trabajos.

Se deberán coordinar y planificar todos los trabajos con el adjudicatario del lote 1 ya que debe estar instalado y operativo todo el hardware incluido en dicho lote para poder llevar a cabo las tareas del lote 2.

5.2.4.3 Comunicación de Incidencias e Interlocución

Cualquier incidencia que se detecte en las instalaciones originará una comunicación del CONTRATISTA hacia Metro de Madrid, o en caso que la incidencia se detecte con medios propios, de Metro de Madrid hacia el CONTRATISTA. Esta comunicación se realizará por dos vías, una de ellas verbal, por llamada a teléfono fijo o móvil, las 24 horas del día, todos los días del año, facilitado por el CONTRATISTA y otra escrita (Web, correo electrónico, SMS o fax). El CONTRATISTA empleará igualmente el procedimiento de doble comunicación para notificar la atención y resolución de las incidencias.

5.2.4.4 Procedimiento de Escalado

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

El CONTRATISTA ha de indicar el orden de contactos para el escalado ante la imposibilidad de empleo de los cauces definidos en los distintos tipos de notificaciones.

Metro de Madrid proporcionará igualmente la relación de contactos para el escalado.

5.2.4.5 Lugar de ejecución de los trabajos

Los trabajos se realizarán en remoto o con presencia de personal técnico en dependencias de Metro de Madrid, en función de las necesidades que establezca en cada momento la Dirección del Servicio de Metro de Madrid.

5.2.4.6 Medios materiales

Corresponde al CONTRATISTA dotar a su personal de todos los medios materiales necesarios para la realización de las actividades contratadas, incluyendo los medios de carácter ofimático, tales como ordenadores, servicios de comunicación telefónica y de datos, servicios de impresión, material de oficina, etc.

5.2.4.7 Propiedad intelectual

Sin perjuicio de lo dispuesto por la legislación vigente en materia de propiedad intelectual y de protección jurídica de los programas de ordenador, el CONTRATISTA acepta expresamente que los derechos de explotación de las aplicaciones informáticas y de los programas desarrollados al amparo del presente servicio corresponden únicamente a Metro de Madrid, con exclusividad y a todos los efectos.

En este sentido, el CONTRATISTA se obliga a entregar a Metro de Madrid todos los programas, tanto en código fuente como ejecutables, ficheros de configuración, datos, cálculos implementados, procesos desarrollados y demás información empleada en el desarrollo de los diferentes trabajos. Esta entrega ha de realizarse de forma continua durante el periodo de vigencia del contrato, en las localizaciones y sistemas que designe la Dirección del Servicio de Metro de Madrid.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.2.4.8 Plazo de garantía

El plazo de garantía de los servicios de instalación será de 2 años.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.3 LOTE 3: SERVICIOS DE MIGRACIÓN DE TODA LA FUNCIONALIDAD DE LA PLATAFORMA ACTUAL A LA NUEVA PLATAFORMA DEL TREN DIGITAL.

5.3.1 Objeto de estos servicios.

El objeto de los servicios incluidos en el ámbito de este lote es realizar la migración de todos los datos, procesos, desarrollos y configuraciones necesarias para replicar la funcionalidad de la plataforma actual a la nueva plataforma de tierra del tren digital instalada según el lote 2 del presente pliego.

Todos los servicios de migración se realizarán a través de los servicios profesionales del fabricante, Cloudera.

De forma resumida se deberán se estima que se deberá realizar al menos las siguientes tareas:

- Análisis inicial
- Migración Configuración CDP
- Migración de los Datos
- Migración Políticas de Ranger
- Pruebas y validación Funcional
- Documentación

Metro de Madrid dispone actualmente de una plataforma de Big data basada en el software CDP 7.1.7 esta plataforma presta servicio a distintas áreas funcionales además del tren digital.

Se deberán realizar una migración de los datos, procesos, desarrollos y las configuraciones necesarias para mantener todas las funcionalidades en la nueva plataforma, tanto en el entorno de desarrollo como en el entorno de producción.

A continuación, se detallan los procesos implantados en producción hasta la fecha de elaboración del pliego, desde la fecha de publicación del pliego hasta la fecha de inicio de los trabajos se pueden poner en producción otros procesos que serán objeto de migración dentro del ámbito de este pliego, por lo que el adjudicatario de este lote deberá realizar una primera fase de análisis de los procesos en el momento de inicio de los trabajos.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.3.2 Objeto detallado.

Entre las principales tareas que son objeto de este lote funcional cabe destacar:

- .- Análisis funcional del entorno actual
- .- Migración de las funcionalidades a la nueva plataforma
- .- Pruebas y ajustes funcionales
- .- Documentación

Se deberá realizar un análisis detallado de los componentes utilizados en la plataforma actual, así como de los procesos implementados que deberán ser migrados a la nueva plataforma.

Se deberán llevar a cabo todas las tareas de migración necesarias para mover, los datos, la configuración necesaria y los procesos funcionales a la nueva plataforma.

Al inicio del proyecto se realizará un plan detallado donde se especifique la planificación de las tareas de migración tanto para el entorno de producción como el entorno de desarrollo, así como la estrategia de migración a seguir para garantizar la integridad y funcionalidad de los entornos resultantes.

La estrategia de migración del entorno de producción deberá hacer hincapié en la minimización de los tiempos de parada del sistema fuente de producción.

En la nueva plataforma se deberá realizar un plan de pruebas previamente definido, para validar todas las funcionalidades migradas, en el caso de que las pruebas no sean exitosas se deberán realizar los ajustes necesarios y volver a ejecutar las pruebas de validación.

Se deberá diseñar una estrategia de pruebas que incluyan las pruebas unitarias del equipo de migración, así como las pruebas funcionales de validación de los diferentes estamentos funcionales de Metro de Madrid.

Se deberán documentar todos los pasos de configuración y ajuste en la nueva plataforma necesarios para garantizar la funcionalidad del nuevo entorno.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Se deberá tener en cuenta que la arquitectura de la nueva plataforma estará configurada como tres clúster lógicos, según se especifica en el lote 2 de este pliego, y las diferentes funcionalidades se deberán desplegar en el clúster correspondiente de la nueva plataforma. Siendo el alcance mínimo el despliegue en el clúster base de la nueva plataforma, para disponer de la misma funcionalidad que se dispone en la plataforma actual, y se desplegarán los nuevos componentes que sean necesarios para cubrir la funcionalidad actual.

Componentes y procesos de la plataforma actual

En la plataforma actual de Metro de Madrid se están utilizando los siguientes componentes, en distintos ámbitos funcionales.

Componente	Utilización	Migración
Hdfs	Utilizado para resistencia de datos	Se deberán migrar todos los datos desde el sistema origen a la nueva plataforma.
Hbase	Utilizado por diferentes procesos spark como bbdd de acceso rápido	Se deberán migrar todas las bases de datos a la nueva plataforma
Hive	Consultas SQL	Se deberán migrar las bases de datos, las tablas, la configuración, las personalizaciones y las consultas guardadas.
Impala	Consultas SQL	Se deberán migrar las bases de datos, la configuración,

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

		las personalizaciones y las consultas guardadas.
kudu	Utilizado dentro del proyecto Goo	Se deberán migrar la base datos, las tablas y las configuraciones.
Ranger	Seguridad	Se deberán migrar todos los roles, grupos y políticas de acceso de todos los componentes
Sqoop	Procesos de carga masivos	Se deberán migrar los scripts de carga sqoop
Kafka	Bus de Mensajerías	Se deberán migrar la definición de los topics y las configuraciones
Oozie	Tareas programadas	Se deberá migrar todos lo workflows al nuevo entorno.
Nifi	Procesos de ingesta de datos online	Se deberán migrar todos los flujos de trabajo y configuraciones.
Nifi Registry	Repositorio de versiones de flujos nifi	Se deberán migrar todos los flujos almacenados, así como las configuraciones.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Spark	Procesos funcionales Batch y streaming	Se deberá migrar el código spark a la nueva plataforma, tanto spark sql como spark streaming.
Hue	Consola de Acceso	Se deberá migrar la configuración a la nueva plataforma.
Schema Registry	Repositorio de esquemas de datos	Se deberán migrar todas las definiciones de los esquemas al nuevo repositorio en la nueva plataforma.
SMM	Gestión de topics	Se deberá migrar la configuración al nuevo entorno.
Yarn	Procesamiento distribuido	Se deberá migrar la configuración al nuevo entorno.

Los procesos que tiene actualmente Metro de Madrid en producción son los siguientes:

5.3.2.1 Matriz Origen Destino

Este desarrollo está implementado en Spark Python y se ejecuta a través de un job Oozie todos los días.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Dentro del job se realizan las siguientes tareas:

- .- Carga de datos mediante soop de las validaciones de Metro de los 10 últimos días
- .- Ejecución de proceso Spark que empareja validaciones consecutivas y aplica las reglas de negocio necesarias para determinar la validación de salida.
- .- Proceso Spark que agrupa los registros del proceso anterior y genera distintas tablas agrupadas por distintos criterios, por ejemplo validaciones por estación, validaciones por vestíbulo etc.

5.3.2.2 Datos CTC

Este desarrollo está implementado en Spark Streaming Java.

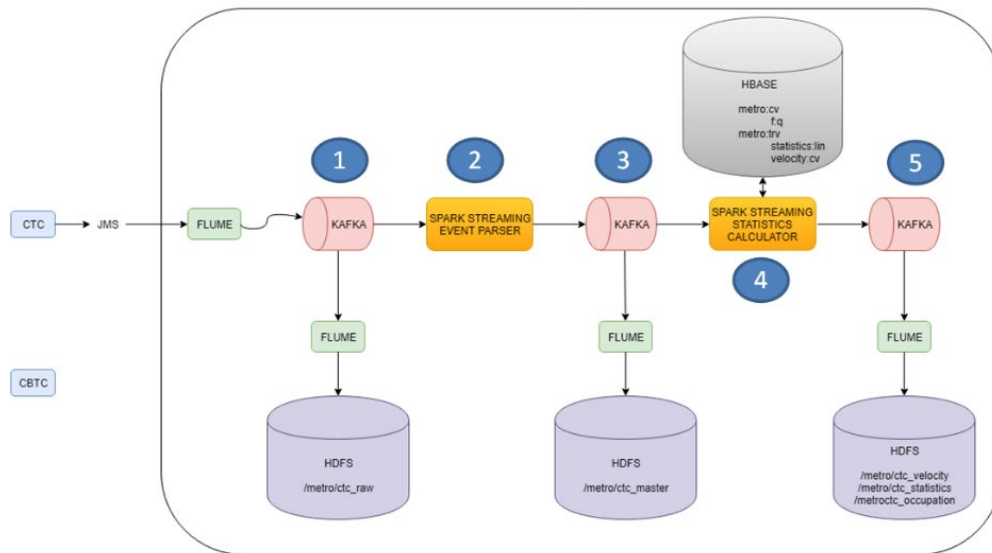
El objeto de este proceso es leer las pisadas de los circuitos de vía que se ingestan en la plataforma a través de un conector Flume, parsear los datos que se reciben en XML en distintas tablas Hive, y utilizando unas tablas de cache definidas en Hbase ir emparejando para cada circuito de vía, el mensaje de pisada de un tren sobre un circuito de vía y la liberación de dicho circuito de vía.

Una vez que se han registrado los dos mensajes de pisada y liberación del circuito de vía se realiza el cálculo de la velocidad media en función de la longitud del circuito de vía.

Este desarrollo se compone de dos procesos principales desarrollados en Spark streaming java, un primer proceso que parsea los datos de entrada y un segundo proceso que procesa los datos para calcular la información por circuito de vía. Los resultados se escriben en distintos topics de Kafka.

En el siguiente esquema se muestra resumido el funcionamiento general del proceso:

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.



Datos S2000

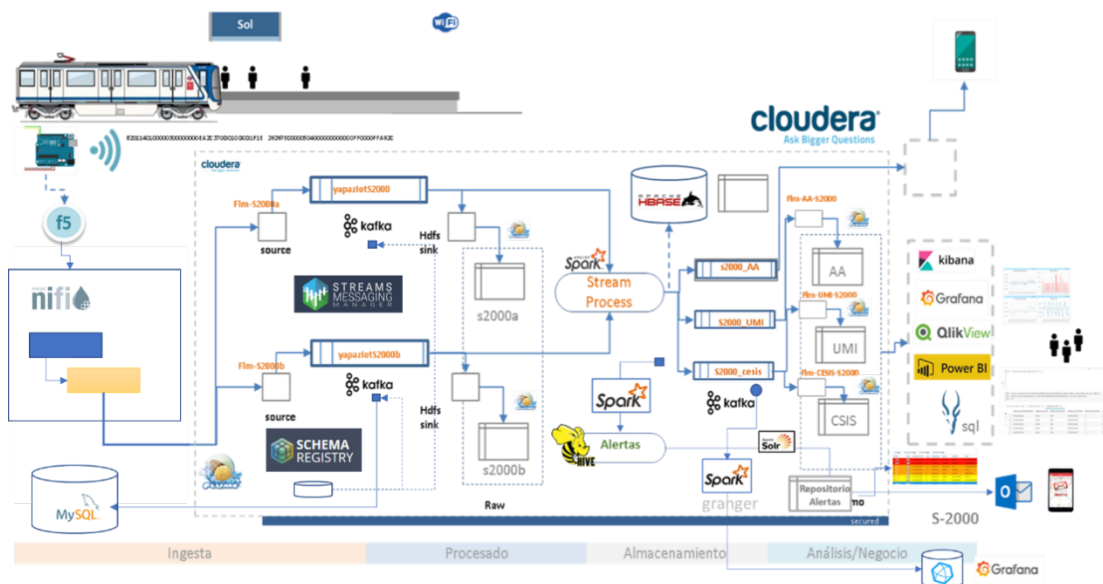
Estos desarrollos se componen de tres componentes, el primero es un desarrollo realizado en Spark streaming Java que lee cadenas de texto en ASCII de un topic Kafka y los parsea en distintas variables de datos para enviarlas a otras colas de mensajes Kafka.

Otro componente de este desarrollo está implementado en Spark streaming Scala, este proceso lee los datos generados por el componente anterior y en función de unas reglas definidas en una tabla en Hive realiza una llamada a un servicio web externo a la plataforma para generar mensajes de alerta. Este componente hace uso del servicio de SolR para almacenar y leer ciertos datos de control.

El tercer componente lee los datos generados en el primer módulo e inserta ciertas variables en una base de datos externa InfluxDB mediante llamadas http.

En el siguiente esquema se muestra de forma esquemática el esquema general de los desarrollos:

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.



Este proyecto incluye dos procesos uno para L1 y otro para L5.

5.3.2.3 Datos S3000 L5

Este proceso se compone de un flujo de ingesta de datos en Nifi que recibe los datos, valida que son correctos y los envía a diferentes topics de Kafka y Hdfs.

En hive se ha definido un modelo de datos para consultar y analizar los datos recibidos.

5.3.2.4 Estimación Grado de Ocupación

Este desarrollo está implementado en Spark Scala.

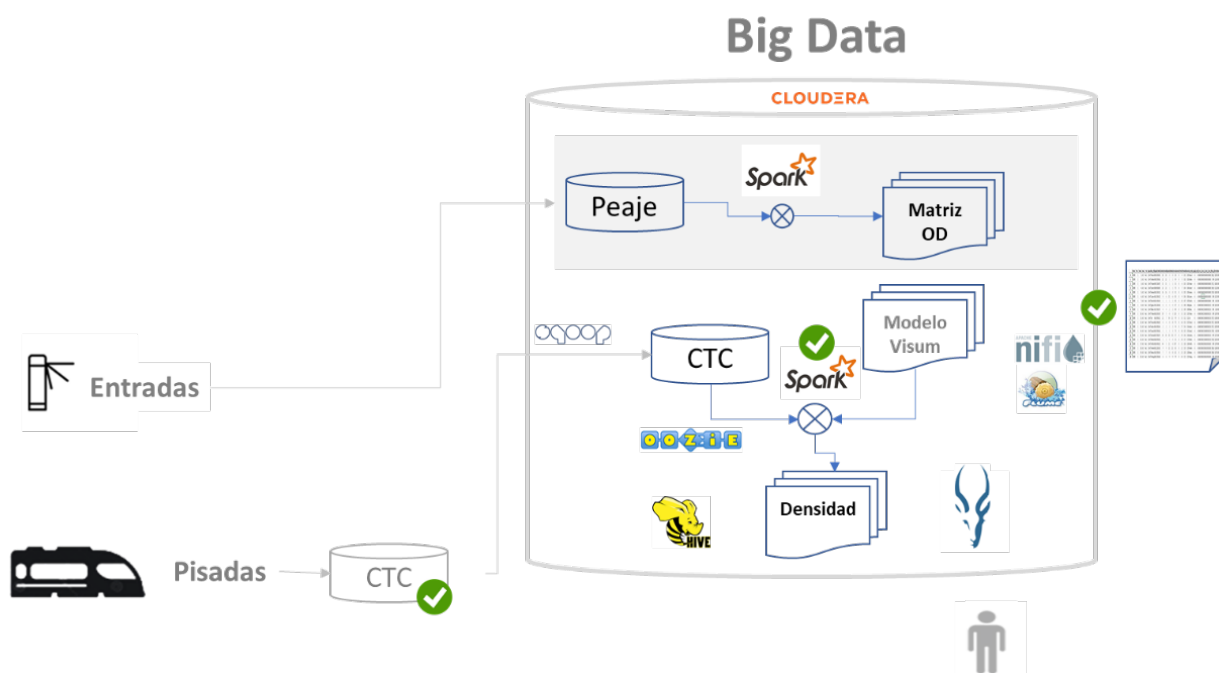
Está compuesto de dos componentes, el primer componente procesa los datos que se leen manualmente de un fichero csv en la plataforma para ajustar tipos de datos y formatos numéricos e inserta los datos en una tabla Hive.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

El segundo componente lee los datos de una base de datos Oracle y los cruza con los datos de la tabla anterior y en base a un algoritmo definido genera una tabla de resultados.

Este proceso se ejecuta mediante un job Oozie de forma diaria en batch.

En el siguiente esquema se muestra el proceso completo.



5.3.2.5 Estimación Grado de Ocupación Online

La funcionalidad de este desarrollo incluye la ingesta de datos vía flujos de datos de nifi que ingestan datos en topics Kafka y tablas kudu.

Desarrollos en spark streaming que consume de varias topics para realizar cálculos de ocupación de trenes.

Se compone de 6 procesos en spark streaming que consumen de diferentes fuentes de datos.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.3.2.6 Publicación datos ocupación L5

La funcionalidad de este desarrollo incluye la ingesta de datos vía flujos de datos de nifi que ingestan datos en topics Kafka y hbase.

El desarrollo se compone de 6 procesos spark streaming que realizan diferentes transformaciones y publican los resultados en topics de Kafka para que sean consultados por desarrollos externos.

5.3.2.7 Estadísticas Grado Ocupación APP

Este proceso está desarrollado en spark sql y se ejecuta vía job de oozie diariamente. Este proceso consume datos de ciertas tablas de hive, realiza diferentes agregaciones y publica los resultados en una base de datos relacional externa.

5.3.3 Documentación

La documentación final deberá ser entregada por el adjudicatario a Metro de Madrid, en las condiciones y forma que hayan establecido previamente, y en todo caso, con anterioridad a la celebración del programa de formación.

Deberá disponer de la calidad suficiente para, a juicio de Metro de Madrid, asegurar la operación y mantenimiento de todos los elementos de las instalaciones, así como la adecuada descripción de los desarrollos y herramientas objeto del presente PPT.

5.3.4 Equipo asignado

La empresa licitadora que resulte adjudicataria asignará un equipo experimentado y certificado que será responsable de la ejecución de los servicios de instalación y configuración de los nuevos elementos.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

De entre todo el equipo que pueda estar asignado, deberá haber al menos tres perfiles asignados para la ejecución del proyecto:

- **Un (1) Jefe de proyecto:**

Su misión será:

- Planificar y coordinar todas las relacionadas con el proyecto de migración.
- Informar y documentar.

- **Un (1) Desarrollador Spark:**

Desarrollador spark con menos 1 año de experiencia en trabajos similares.

Su misión será:

- Será el encargado de realizar todos los ajustes necesarios en los desarrollos de Metro para garantizar su funcionamiento en la nueva plataforma.
- Pruebas unitarias del software.
- Transferencia de información práctica al personal de METRO de la configuración.
- Documentación de las tareas realizadas.

- **Un (1) Técnico del fabricante Cloudera:**

Su misión será:

- Será el encargado de realizar todas las tareas técnicas de migración y configuración de la nueva plataforma para la migración de todos los datos, desarrollos y funcionalidades a la nueva plataforma.
- Pruebas de rendimiento de la nueva plataforma.
- Resolución de problemas técnicos surgidos a raíz de la migración.
- Transferencia de información práctica al personal de METRO de la configuración.
- Documentación de las tareas realizadas.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.3.5 Plazo y condiciones de ejecución de los trabajos

5.3.5.1 Inicio de los Trabajos

Se mantendrá una reunión de inicio en la que se formalizará la fecha de inicio de los trabajos.

No pudiéndose iniciar los trabajos antes de la finalización de los trabajos de los lotes 1,2 y 5.

5.3.5.2 Plazo de Ejecución

El plazo de ejecución del contrato será de un 42 meses a partir del día siguiente a la firma del acta de inicio de los trabajos.

Se deberán coordinar y planificar todos los trabajos con los contratistas de los lotes 1, 2 y 5, ya que debe estar instalado y operativo todo el hardware y software incluido en dichos lotes para poder llevar a cabo las tareas del lote 3.

5.3.5.3 Comunicación de Incidencias e Interlocución

Cualquier incidencia que se detecte en las instalaciones originará una comunicación del CONTRATISTA hacia Metro de Madrid, o en caso que la incidencia se detecte con medios propios, de Metro de Madrid hacia el CONTRATISTA. Esta comunicación se realizará por dos vías, una de ellas verbal, por llamada a teléfono fijo o móvil, las 24 horas del día, todos los días del año, facilitado por el CONTRATISTA y otra escrita (Web, correo electrónico, SMS o fax). El CONTRATISTA empleará igualmente el procedimiento de doble comunicación para notificar la atención y resolución de las incidencias.

5.3.5.4 Procedimiento de Escalado

El CONTRATISTA ha de indicar el orden de contactos para el escalado ante la imposibilidad de empleo de los cauces definidos en los distintos tipos de notificaciones.

Metro de Madrid proporcionará igualmente la relación de contactos para el escalado.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.3.5.5 Lugar de ejecución de los trabajos

Los trabajos se realizarán en remoto o con presencia de personal técnico en dependencias de Metro de Madrid, en función de las necesidades que establezca en cada momento la Dirección del Servicio de Metro de Madrid.

5.3.5.6 Medios materiales

Corresponde al CONTRATISTA dotar a su personal de todos los medios materiales necesarios para la realización de las actividades contratadas, incluyendo los medios de carácter ofimático, tales como ordenadores, servicios de comunicación telefónica y de datos, servicios de impresión, material de oficina, etc.

5.3.5.7 Propiedad intelectual

Sin perjuicio de lo dispuesto por la legislación vigente en materia de propiedad intelectual y de protección jurídica de los programas de ordenador, el CONTRATISTA acepta expresamente que los derechos de explotación de las aplicaciones informáticas y de los programas desarrollados al amparo del presente servicio corresponden únicamente a Metro de Madrid, con exclusividad y a todos los efectos.

En este sentido, el CONTRATISTA se obliga a entregar a Metro de Madrid todos los programas, tanto en código fuente como ejecutables, ficheros de configuración, datos, cálculos implementados, procesos desarrollados y demás información empleada en el desarrollo de los diferentes trabajos. Esta entrega ha de realizarse de forma continua durante el periodo de vigencia del contrato, en las localizaciones y sistemas que designe la Dirección del Servicio de Metro de Madrid.

5.3.5.8 Plazo de garantía

El plazo de garantía hardware y software será de 2 años, sin menoscabo de lo indicado en el apartado 5.2.4 *Soporte ampliado*.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.4 LOTE 4: SERVICIOS DE IMPLANTACIÓN DEL CASO DE USO FUNCIONAL 0 PARA TREN DIGITAL EN UNA LINEA DE METRO DE MADRID.

5.4.1 Objeto

Teniendo como objetivo la incorporación del nuevo material móvil a adquirir, es necesario validar el sistema de forma previa a la llegada de nuevos trenes. Por tanto, el objeto general de este lote es conseguir la recepción en la plataforma de tierra de los datos enviados por trenes que circulen por una línea de Metro (inicialmente Línea 8 o línea 6 condicionadas por las capacidades del material móvil) la validación de estos y su persistencia para su posterior explotación.

Para ello se requieren unos servicios de implantación del caso de uso funcional 0 del tren digital.

Asimismo, y por si fuera necesario para poder probar la adecuada recepción de los datos en la plataforma de tierra, se contempla en el presente pliego el suministro de algunas unidades de hardware que simule al embarcado en trenes que, en caso de ser necesario, permita la realización de pruebas para la correcta validación de la plataforma.

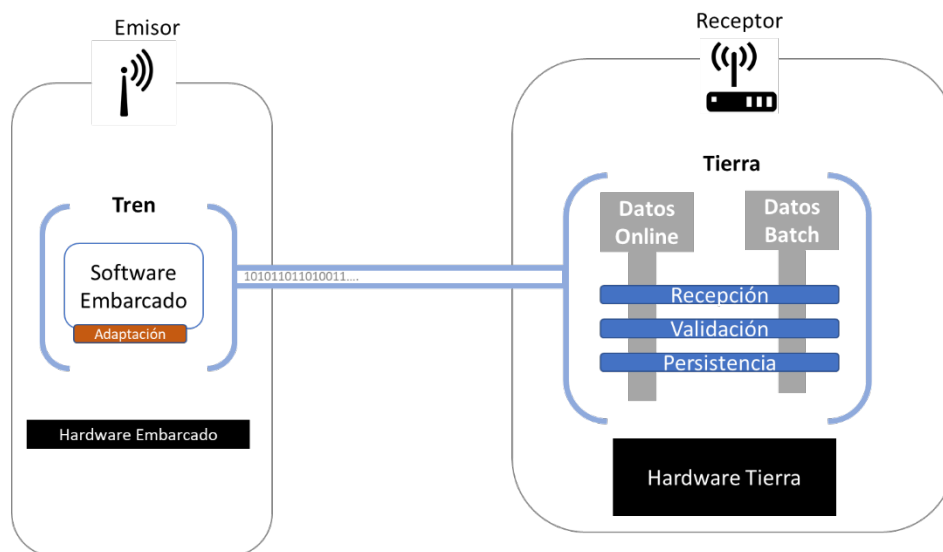
En el caso de que los trenes de la línea objeto de ejecución de este lote cuenten con hardware que permita el envío de datos a la plataforma de tierra la implementación deberá extenderse a todos ellos.

5.4.2 Alcance

Dentro de la arquitectura necesaria para la implantación del caso de uso funcional 0 existen dos componentes diferenciados que son necesarios para la comunicación de los datos desde el tren a la plataforma de tierra, el software embarcado que actúa de emisor de datos y la plataforma de tierra que actúa de receptor de datos.

El software embarcado actúa de emisor recolectando los datos del tren y enviándolos a la plataforma de tierra. La plataforma de tierra recibe, valida y persiste los datos recibidos.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.



Emisor

Aunque el objetivo principal de este pliego es la implementación de todas las tareas necesarias para implementar las funcionalidades en la recepción de los datos en la plataforma de tierra, se considera que podría ser necesario realizar las siguientes acciones en la parte embarcada en los trenes para garantizar el envío de los datos a la plataforma de tierra.

Estas tareas se deberán valorar económicamente y planificar como tareas del proyecto, aunque si durante la ejecución del proyecto se determina que no son necesarias ciertas acciones, ya que quedan implementadas por Metro de Madrid, se ajustará la planificación del proyecto y se descontarán los importes económicos correspondientes.

Las acciones que se estiman que podrían ser necesarias para garantizar el envío de datos de toda la flota de trenes a la plataforma de tierra son:

- Suministro del equipamiento hardware.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Se deberá contemplar el aprovisionamiento y la instalación del hardware necesario para la recolección de datos del bus MVB, incluyendo al menos el equipo industrial, con las características que se detallan en el Anexo II o una evolución de este, y la tarjeta de comunicaciones para conexión con el bus MVB del tren.

Con el fin de realizar pruebas de conectividad y funcionalidad, y por si los trenes no estuviesen equipados, se deberán suministrar 4 equipos hardware que simulen al embarcado en trenes y que garantice la disponibilidad de datos en la plataforma.

- Implantación del software embarcado

Metro de Madrid dispone de un software embarcado que realiza las funciones de recolección de los datos de los equipos embarcados del tren a través del bus MVB, procesamiento y envío de datos, tanto online como *batch* a la plataforma de tierra a través de una conexión pública tipo red móvil. Inicialmente se plantea el uso de este software, en la evolución de este que se disponga en el momento de la implantación, para el envío de los datos que sean necesarios desde el tren a la plataforma de tierra. Se deberá contemplar una bolsa de 40 jornadas para realizar las adaptaciones del software embarcado que sean necesarias.

El departamento de Ingeniería de Material Móvil de Metro de Madrid es el responsable de todas las acciones que se deban llevar a cabo sobre los trenes, por lo que todas estas acciones deberán ser llevadas a cabo en coordinación y bajo su supervisión.

Receptor

La recepción de los datos en la plataforma de tierra es el principal objetivo del caso de uso funcional 0 del tren digital. De forma general se compone de tres puntos principales:

- *Recepción*, de forma segura y consistente, en la plataforma de tierra de los datos enviados por los trenes que circulan en la línea donde se implante.
- *Validación* de consistencia y calidad de los datos.
- *Persistencia* de los datos en la plataforma de tierra, según los modelos de datos que se definan en función de su posterior explotación en otros casos de uso funcionales, que no se incluyen en el alcance del presente pliego.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Al inicio del proyecto se deberá:

- Presentar un plan de trabajo con una planificación detallada de las tareas y recursos necesarios.
- Realizar un análisis detallado de los requisitos funcionales y un diseño de la arquitectura técnica y funcional para los tres procesos mencionados, recepción de datos, validación y persistencia.

La arquitectura deberá ser validada por Metro de Madrid junto con el contratista.

5.4.3 Recepción de Datos

A efectos de la recepción de datos, los trenes de Metro dispondrán de un software embarcado, que realiza todas las funciones de monitorización y captura de los equipos del tren, preprocesamiento de los datos, así como las funciones necesarias para empaquetar y enviar los datos a la plataforma de tierra según formato y protocolo de comunicaciones que se defina en el proyecto, garantizando el QoS establecido para el tipo de datos específico.

El equipo de Ingeniería de Material Móvil de Metro de Madrid es el encargado del desarrollo y mantenimiento de todo el software embarcado en los trenes. Todas las tareas que en el ámbito del proyecto sean necesarias realizar para adaptar o ampliar dicho software, será necesario realizarlo en coordinación dicho departamento y bajo su supervisión y control.

Los trenes digitales del tipo de los que circulan en alguna de las líneas de Metro, son capaces de capturar más de 16.000 variables de diferentes equipos del tren cada segundo. La plataforma debe diseñarse con capacidades de escalado a futuro, y ser capaz de acoger los diferentes tipos de material móvil existentes.

Aunque será objeto del proyecto analizar y diseñar la mejor arquitectura y estrategia de comunicación de datos entre el tren y la plataforma de tierra, de forma general se orientará la estrategia de comunicación para la recepción de los datos, en el envío de dos tipos de comunicaciones:

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- Transmisión Online: En este tipo de transmisión se enviarán un subconjunto de variables que se definan como prioritarias, esta comunicación implicará un tamaño reducido de datos en cada transmisión, pero con una cadencia de transmisión baja que se determinará en el ámbito funcional del proyecto en función del tipo de dato, de forma general se enviarán datos cada varios segundos (a valorar en el proyecto).
- Transmisión Batch: Implicará el envío de paquetes completos con todas las variables capturadas en el tren, durante una ventana de tiempo, estos paquetes se deberán enviar a la plataforma de tierra también según la estrategia que se diseñe. Este tipo de comunicación implicará un volumen más alto de datos en cada transmisión, pero no será necesaria una cadencia de transmisión baja, se enviarán de forma Batch o en un tiempo diferido, lo que se determinará en el ámbito funcional del proyecto.

Se deberán diseñar los protocolos de comunicación, los formatos de datos y todos los procesos de tratamiento de los datos orientados a cada tipo de comunicación que se ha mencionado anteriormente, comunicación online (conjunto reducido de variables), comunicación batch (conjunto completo de variables).

El software embarcado desarrollado por Metro de Madrid, según la versión disponible a la fecha de elaboración de estos pliegos, ya implementa el envío de un subconjunto de variables y el envío de paquetes de datos completos del bus de comunicaciones del tren, según un formato definido. Metro de Madrid continúa evolucionando el software embarcado para adaptarlo a nuevas necesidades. Será objeto del proyecto analizar la funcionalidad disponible del software embarcado para determinar si se ajusta a las necesidades del proyecto, proponer mejoras en caso de ser necesario y/o proponer las ampliaciones de las funcionalidades que sean necesarias.

La bolsa de 40 jornadas de perfiles de desarrollo por parte del contratista se utilizarán, en caso de ser necesario, para el apoyo en el desarrollo del software embarcado e implementación de las modificaciones o ampliaciones funcionales en el caso de ser necesario. En el caso de no consumirse estas jornadas dentro del caso de uso 0, se emplearán en funcionalidades adicionales o extensión del caso 0 a otras líneas, a determinar durante el proyecto.

Para determinar el conjunto de variables del bus MVB prioritarias que se enviarán mediante la transmisión online, en una primera aproximación, se deberá realizar un análisis preliminar de

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

alto nivel de los casos de uso funcionales definidos por Metro de Madrid que formarán parte de la funcionalidad futura del tren digital. Este análisis inicial se deberá realizar junto con el equipo de Ingeniería de Material Móvil de Metro de Madrid para la identificación de las variables con cada una de las funcionalidades.

El listado de variables que se determinen como prioritarias deberán enviarse a través de la transmisión online de datos y su envío se deberá implementar en el software embarcado y su recepción en la plataforma de tierra.

Los principales casos de uso funcionales del tren digital que se deberán analizar se enumeran son:

- CASO DE USO 1: PUPITRE DE CONDUCCION VIRTUAL (TIEMPO REAL Y MOVIOLA)
- CASO DE USO 2: ESTADO DE FLOTA Y ALERTAS DE AVERIAS EN TIEMPO REAL PARA SUPERVISIÓN DE LA EXPLOTACIÓN
- CASO DE USO 3: ESTADO DE FLOTA Y ALERTAS DE AVERIAS EN TIEMPO REAL PARA EL MANTENIMIENTO
- CASO DE USO 4: TELEMETRÍA COMPLETA EN TIEMPO REAL Y EN MODO MOVIOLA
- CASO DE USO 5: TENSIONES Y CONSUMOS
- CASO DE USO 6: SEÑALIZACIÓN EMBARCADA
- CASO DE USO 7: ESTADÍSTICAS E INFORMES
- CASO DE USO 8: ANALÍTICAS AVANZADAS
- CASO DE USO 9: VISTA DE VERSIONES DE PRODUCTOS SW EMBARCADOS
- CASO DE USO 10: DESCARGA DE REGISTROS
- CASO DE USO 11: DISPONIBILIDAD DE ENVÍO DE DATOS EN TIEMPO REAL Y MEDIDA DE COBERTURA EN LÍNEA

En el anexo I de este documento se encuentra una breve descripción funcional de cada caso.

La implementación funcional de los casos de uso distintos al caso 0 no son objeto del ámbito de este pliego, en el caso de uso 0 solo se implementará el envío y recepción de las variables que se determinen.

Se deberá utilizar un repositorio de datos tipo Schema Registry o similar, como repositorio de los esquemas de definición de datos para la comunicación tren-tierra, los esquemas definidos así como los procesos que utilizan dichos esquemas deberán tener en cuenta que los esquemas de datos deben ser flexibles y ampliables de forma que según las necesidades de Metro de Madrid se puedan modificar o incluir nuevas variables tanto en la comunicación online como en la comunicación Batch, sin que ello suponga un rediseño de toda la arquitectura de comunicación y sus procesos.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Se deberá tener en cuenta que el diseño de la arquitectura de comunicación, la captura de datos, la validación y la persistencia, así como todos los componentes que se diseñen deberá ser extrapolable a todas las líneas de metro que se implementarán en futuros proyectos, por lo tanto, ningún componente debe incluir características específicas de la línea en la que se desarrolle el caso de uso funcional 0 que no puedan ser configuradas para su utilización en el resto de las líneas.

El diseño de todo el sistema deberá ser escalable para dar cobertura a toda la flota de trenes de Metro de Madrid.

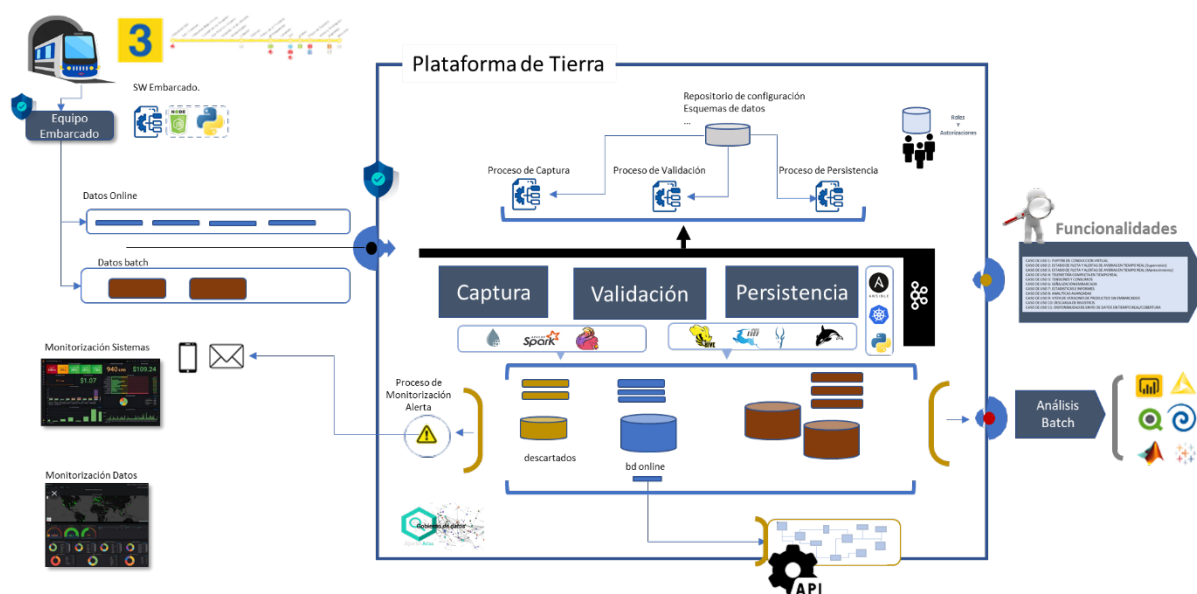
El diseño de todos los componentes de la arquitectura deberá tener en cuenta todos los aspectos de ciberseguridad en base a las normativas internacionales de buenas prácticas de seguridad, especialmente a las normas IEC 62443, IEC-62443 y UNE TS 50701. Se deberá prestar especial atención a la arquitectura de comunicación tren-tierra si se realiza utilizando redes de comunicación públicas, por ejemplo, 4G o similar.

Se deberán cumplir todos los requisitos de ciberseguridad definidos por el departamento de seguridad informática de Metro de Madrid, que están recogidos en el documento *SGC-OT-01 Requisitos Ciberseguridad V1.0.*, así como coordinar con los responsables de este departamento todas las tareas que pudieran afectar a cualquier aspecto relacionado con la ciberseguridad.

A falta de definir la arquitectura definitiva de la solución, que se concretará en la primera fase del proyecto, se deberá utilizar en la medida de lo posible todos los componentes funcionales englobados en el clúster CDF, prestando especial atención en el sistema de mensajería de Kafka o tecnología similar para el movimiento de todos los datos dentro de la plataforma y como persistencia temporal de datos que pudiera ser utilizado como fuente para implementar otros procesos.

Se deberán definir la arquitectura de topics en Kafka, o similar, que sea necesaria para el proyecto, así como los roles y autorizaciones asociados.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.



5.4.3.1 Validación de consistencia

Una vez recibido los datos de cualquiera de las comunicaciones mencionadas, se deberá realizar una validación preliminar para determinar la consistencia de los datos.

Aunque será objeto del proyecto proponer y diseñar la mejor forma de validar la consistencia de los datos en la recepción de los mismos, de forma general, todos los datos deberán disponer de un código CRC generado en origen que permita a la plataforma de tierra realizar una primera validación para detectar posibles errores o corrupción de los datos para descartarlos e informar al emisor de los datos de los errores detectados.

También se analizará la conveniencia de la realización de una serie de validaciones funcionales de ciertas variables en fase temprana para detectar datos no válidos que no deben procederse con la persistencia de los mismos.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

También se analizará la conveniencia de realizar ciertos cálculos o adaptaciones de valores básicos que sean necesarios realizar antes de la persistencia de los mismos para facilitar en fase temprana los procesos posteriores.

Se deberá implementar los mecanismos de tratamiento de los errores para informar de los datos descartados por las distintas validaciones, todos los datos descartados se deberán persistir según el modelo que se definan para poder ser analizados con posterioridad por los equipos funcionales correspondientes.

Se deberán implementar los mecanismos de log, traza y alertas necesarios para detectar de forma temprana los errores de validación que se detecten, toda esta información deberá reflejarse en el cuadro de mando de administración.

5.4.3.2 Persistencia de los datos en la plataforma de tierra

Todos los datos recibidos deberán persistirse en distintos repositorios en la plataforma de tierra.

Se deberán diseñar e implementar diferentes tipos de repositorio en función del tipo de datos y su uso funcional. Aunque será objeto del proyecto el diseño y la implementación técnica de cada tipo de repositorio, se estima que deberán existir al menos los siguientes tipos de repositorios:

- Repositorio/s de almacenamiento de datos masivo para la persistencia de datos históricos, tanto batch como online, para su análisis posterior.
- Repositorio/s de almacenamiento online de datos, orientado a la consulta rápida y ágil de los últimos datos recibidos, el volumen de datos almacenado será menor pero su consulta deberá ser ágil. Se deberá diseñar este tipo de repositorio en coordinación con los procesos de explotación de los mismos para permitir que el repositorio seleccionado sea accesible desde las herramientas de visualización. Actualmente Metro de Madrid está utilizando como herramienta de visualización online el software Grafana, será objeto del proyecto definir las mejores herramientas a utilizar.
- Repositorio/s de datos descartados para almacenar de forma temporal los datos que se descarten en los diferentes flujos de datos para su posterior análisis.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- Repositorio de configuración, este repositorio contendrá la información de los esquemas de datos, los esquemas de las variables con su descripción, y contendrá un repositorio con la información de los trenes, y la versión de software que estén enviando los diferentes equipos embarcados.

Aunque el alcance del proyecto se circunscribe a los datos de los trenes de de una determinada línea (inicialmente Línea 8 o línea 6 condicionadas por las capacidades del material móvil), el diseño de los diferentes repositorios deberá ser flexible y escalable de forma que se permita su utilización futura para diferentes líneas de Metro de Madrid. Todos los aspectos de diseño deberán tener un nivel de abstracción suficiente y configurable para que permita adaptarse a las diferentes líneas de metro sin tener que realizar un rediseño de los mismos.

Se deberá realizar un estudio de rendimiento y volumetría de cada uno de los repositorios, teniendo en cuenta que dichos repositorios servirán de base, en primera instancia para los datos de la línea donde se implemente, pero darán cobertura a todas las líneas de metro en un futuro, por lo que los estudios deberán presentar una extrapolación de los datos a varios años tanto para el escenario de la línea implementada como para la inclusión de nuevas líneas. Metro de Madrid suministrará los datos necesarios que puedan ser relevantes para la volumetría de datos de las líneas de Metro y su material móvil.

Se deberá analizar, junto con Metro de Madrid, el conjunto de metadatos a implementar en la definición de cada uno de los datos persistidos para garantizar la correcta gobernanza de los mismos.

Se deberá definir un catálogo de datos que permita al usuario la búsqueda de información en función de diferentes criterios de búsqueda, nombre, metadatos, uso, clasificación etc.

5.4.3.3 Otros aspectos a tener en consideración

Será objeto de este proyecto:

- Diseño de la arquitectura de comunicación tren – tierra, acordando la mejor arquitectura con los departamentos implicados de Metro de Madrid para garantizar la

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

máxima transferencia de datos de forma online entre el tren y la plataforma de tierra sin pérdida de datos, para cada tipo de comunicación, online y Batch.

- El acceso a los datos almacenados en la plataforma de tierra deberá estar securizado a través de las herramientas de la plataforma, para los nuevos modelos de datos definidos, se deberán definir los roles de acceso y las autorizaciones de al menos dos tipos de perfiles, un perfil de administración que tenga acceso completo a todo los objetos y un rol de usuario que tendría acceso de visualización a los datos.
- Todos los procesos deberán dejar una marca de tiempo en los datos para poder realizar un seguimiento posterior del análisis de tiempo de procesamiento, para cada tipo de comunicación, online y Batch.
- Todos los procesos deberán diseñar un sistema de tratamiento de errores, log y aviso de alertas en caso de error en el procesamiento de datos o perdida de comunicación para cada tipo de comunicación, online y Batch.
- Será ámbito del proyecto funcional la implementación de un cuadro de mando de monitorización online de los datos enviados en el modelo online con una perspectiva funcional de usuario, este cuadro mostrará valores de ciertas variables enviadas de forma online.
- Será ámbito del proyecto funcional la implementación de un cuadro de mando de monitorización online de los datos recibidos tanto online como Batch pero con una perspectiva del sistema para poder analizar el correcto funcionamiento de la captura y recepción de datos, se mostrarán datos como por ejemplo volumen de datos recibidos por cada tren, tiempos medio de demora en la recepción de los datos, etc.
- Se deberá realizar un estudio de rendimiento del sistema para validar el correcto funcionamiento del sistema para los trenes equipados con HW embarcado de la línea donde se implemente, su extrapolación a la línea completa y a nuevas líneas.
- Se deberá realizar un estudio de escalabilidad (*sizing*) con la flota completa de la línea donde se implemente para determinar los recursos consumidos en la plataforma de tierra por cada uno de los procesos, así como extrapolar el consumo a varios años vista. Con esta información se deberá poder extrapolar el consumo de recursos en la plataforma para la implantación de nuevas líneas similares.
- Se deberá modelar un API – Rest que permita la consulta de los datos enviados de forma online, para su consulta por aplicaciones externas, se deberá definir la arquitectura que

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

de soporte a dicho API para garantizar su estabilidad ante posibles consultas masivas de forma externa.

- Se deberá implementar los componentes necesarios para garantizar el linaje de los datos, la trazabilidad de uso y la auditoría de todos los datos y procesos implicados en el sistema para garantizar la gobernanza de estos. Aunque será objeto del proyecto diseñar e implementar la mejor solución, se propone utilizar la herramienta Atlas de la plataforma para implementar todas las medidas de gobernanza de datos. Entre otras funcionalidades se deberá permitir.
 - Linaje de los datos entre todos los componentes y procesos.
 - Auditoría y trazabilidad de datos
 - Clasificación de datos, metadatos.
 - Catálogos de datos
 - Gestión de expiración de datos.

5.4.4 Formación y Transferencia de conocimiento

Se deberá definir un plan de formación y transferencia de conocimiento para el personal de Metro de Madrid adaptado al menos a los perfiles de administración de la plataforma y desarrollo de aplicaciones.

Se deberá generar la documentación necesaria para el correcto seguimiento de la formación por los asistentes.

Las sesiones de formación para Metro podrán ser grabadas y, tanto el material del curso como las grabaciones serán entregadas a METRO que tendrá pleno derecho para su explotación como considere oportuno.

5.4.5 Documentación

La documentación final deberá ser entregada por el adjudicatario a Metro de Madrid, en las condiciones y forma que hayan establecido previamente, y en todo caso, con anterioridad a la celebración del programa de formación.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Deberá disponer de la calidad suficiente para, a juicio de Metro de Madrid, asegurar la operación y mantenimiento de todos los elementos de las instalaciones, así como la adecuada descripción de los desarrollos y herramientas objeto del presente PPT.

5.4.6 Equipo asignado

La empresa licitadora que resulte adjudicataria asignará un equipo experimentado y certificado que será responsable de la ejecución de los servicios de instalación y configuración de los nuevos elementos.

De entre todo el equipo que pueda estar asignado, deberá haber al menos los siguientes perfiles asignados para la ejecución del proyecto:

- **Un (1) Jefe de proyecto:**

Su misión será:

- Planificar y coordinar todas las relacionadas con el proyecto de migración.
- Informar y documentar.

- **Un (1) Arquitecto de datos:**

Su misión será:

- Análisis de los casos de uso
- Definición de esquemas y estructuras de datos.
- Definición del modelo de datos
- Definición de estructura de topics en Kafka

- **Un (1) Especialista CDP:**

Su misión será:

- Diseño e implementación de los diversos almacenes de datos requeridos en el pliego.
- Configuración de catálogo de datos
- Diseño de políticas de seguridad y gobernanza del dato
- Definición de la arquitectura del proyecto
- Colaboración en la Administración del entorno para el proyecto

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- **Un (1) Desarrollador Python/Node/C:**

Desarrollador en lenguaje Python, NodeJs y C con al menos 1 año de experiencia en trabajos similares.

Su misión será:

- Colaborar con el departamento de Ingeniería de Material Movil para realizar todos los ajustes necesarios en el software embarcado.
- Pruebas unitarias del software embarcado.
- Transferencia de información práctica al personal de METRO de la configuración.
- Documentación de las tareas realizadas.

- **Un(1) Desarrollador Spark/k62afka/Flink**

Su misión será desarrollar los procesos de negocio necesarios

- **Un (1) Desarrollador Java Groovy:**

Su misión será Desarrollo de procesadores específicos para NiFi/Minifi, y el desarrollo de distintas API.

- **Un (1) Técnico Especialista en CDF:**

Técnico especialista en los componentes de Cloudera Data Flowm, Nifi, Kafka, Flink con al menos un año de experiencia en trabajos similares.

Su misión será:

- Será el encargado de desarrollar todos los flujos de datos necesarios para implementar las funcionalidades descritas utilizando los componentes de Cloudera Data Flow.
- Pruebas de rendimiento de la nueva plataforma.
- Resolución de problemas técnicos surgidos a raíz de la migración.
- Transferencia de información práctica al personal de METRO de la configuración.
- Documentación de las tareas realizadas.

- **Un (1) Arquitecto de Infraestructuras:**

Su misión será:

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- Diseño de los mecanismos de despliegue, control de versiones, y distribución de software
 - Diseño de los mecanismos de monitorización de la plataforma
 - Diseño de la capa de seguridad de la plataforma
- **Un (1) Técnico Infraestructuras:**
 - Su misión será:
 - Plataformado de todos los sistemas
 - Integraciones con otros elementos de Metro de Madrid (seguridad, almacenamiento, red SDN).
 - Despliegue de software
 - Ejecución de planes de pruebas

5.4.7 Plazo y condiciones de ejecución de los trabajos

5.4.7.1 Inicio de los Trabajos

Se mantendrá una reunión de inicio en la que se formalizará la fecha de inicio de los trabajos, no pudiéndose iniciar antes de la finalización de los trabajos de los lotes 1,2 y 5.

5.4.7.2 Plazo de Ejecución

El plazo de ejecución del contrato será de 42 meses a partir del día siguiente a la firma del acta de inicio de los trabajos.

Se deberán coordinar y planificar todos los trabajos con los contratistas de los lotes 1, 2 y 5 ya que debe estar instalado y operativo todo el hardware y software incluido en dichos lotes.

Las tareas de este lote se podrán ejecutar en paralelo con las tareas del lote 3.

5.4.7.3 Comunicación de Incidencias e Interlocución

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Cualquier incidencia que se detecte en las instalaciones originará una comunicación del CONTRATISTA hacia Metro de Madrid, o en caso de que la incidencia se detecte con medios propios, de Metro de Madrid hacia el CONTRATISTA. Esta comunicación se realizará por dos vías, una de ellas verbal, por llamada a teléfono fijo o móvil, las 24 horas del día, todos los días del año, facilitado por el CONTRATISTA y otra escrita (Web, correo electrónico, SMS o fax). El CONTRATISTA empleará igualmente el procedimiento de doble comunicación para notificar la atención y resolución de las incidencias.

5.4.7.4 Procedimiento de Escalado

El CONTRATISTA ha de indicar el orden de contactos para el escalado ante la imposibilidad de empleo de los cauces definidos en los distintos tipos de notificaciones.

Metro de Madrid proporcionará igualmente la relación de contactos para el escalado.

5.4.7.5 Lugar de ejecución de los trabajos

Los trabajos se realizarán en remoto o con presencia de personal técnico en dependencias de Metro de Madrid, en función de las necesidades que establezca en cada momento la Dirección del Servicio de Metro de Madrid.

5.4.7.6 Medios materiales

Corresponde al CONTRATISTA dotar a su personal de todos los medios materiales necesarios para la realización de las actividades contratadas, incluyendo los medios de carácter ofimático, tales como ordenadores, servicios de comunicación telefónica y de datos, servicios de impresión, material de oficina, etc.

5.4.7.7 Propiedad intelectual

Sin perjuicio de lo dispuesto por la legislación vigente en materia de propiedad intelectual y de protección jurídica de los programas de ordenador, el CONTRATISTA acepta expresamente que los derechos de explotación de las aplicaciones informáticas y de los programas desarrollados al

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

amparo del presente servicio corresponden únicamente a Metro de Madrid, con exclusividad y a todos los efectos.

En este sentido, el CONTRATISTA se obliga a entregar a Metro de Madrid todos los programas, tanto en código fuente como ejecutables, ficheros de configuración, datos, cálculos implementados, procesos desarrollados y demás información empleada en el desarrollo de los diferentes trabajos. Esta entrega ha de realizarse de forma continua durante el periodo de vigencia del contrato, en las localizaciones y sistemas que designe la Dirección del Servicio de Metro de Madrid.

5.4.7.8 Plazo de garantía

El plazo de garantía de los servicios será de 2 años.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.5 LOTE 5: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COMUNICACIONES PARA LA PLATAFORMA DE TREN DIGITAL

5.5.1 Objeto

El objeto de este lote es la definición y valoración de todas y cada una de las actuaciones necesarias para el suministro e instalación de los elementos de comunicaciones necesarios en los CPD de Metro de Madrid para proporcionar la conectividad de red necesaria a la infraestructura hardware para la nueva plataforma de tierra del Tren Digital.

5.5.2 Alcance

Dadas las necesidades de conectividad física que se requieren para este proyecto, se deben incluir los siguientes trabajos:

- Suministro, instalación y puesta en servicio de 4 de conmutadores leaf para la red LAN:
 - 2 conmutadores leaf de 48 puertos SFP de 10/25 Gbps para el CPD 1.
 - 2 conmutadores leaf de 48 puertos SFP de 10/25 Gbps para el CPD 2.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de transceptores ópticos para las nuevas necesidades de conexión.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de 4 bastidores de fibra de 1 U para casetes en el CPD 1.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de 4 bastidores de fibra de 1 U para casetes en el CPD 2.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de los casetes necesarios en los bastidores de fibra.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de los cables de interconexión “trunk” de casetes necesarios entre los bastidores de fibra.
- Suministro, instalación y puesta en servicio de todos los latiguillos de fibra y cobre necesarios para conexión de los conmutadores y nuevos equipos finales a los casetes.
- Pruebas y documentación detallada de todo el proyecto.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.5.3 Antecedentes

Actualmente todos los CPD de METRO disponen de la tecnología Cisco ACI Multi-Pod, lo que permite considerar los centros como uno único a nivel lógico y administrativo sobre el que poder crear entornos lógicos completamente separados entre sí (*tenant*). En dichos CPD, a nivel físico se dispone de una topología *Leaf&Spine* que proporciona homogeneidad y predictibilidad en el tráfico al disponer del mismo número de “saltos” dentro del CPD (o entre dos CPD) para que dos servidores conectados a la infraestructura de conmutación LAN se comuniquen entre sí.

La estructura *Leaf&Spine* se basa en una pareja de nodos que tránsito (spine) que permiten conectar entre sí a todos los conmutadores finales (leaf). Siguiendo este esquema, se reparten homogéneamente por el CPD tantos conmutadores finales (leaf) como determinen las necesidades de conexión de elementos por los diferentes armarios de cada centro. Cada una de estas estructuras conforma un pod.



Figura 2: Topología genérica *Leaf&Spine*

Esta arquitectura permite una solución de interconexión entre CPD mucho más sencilla y escalable, dedicando una pareja de equipos en cada centro a crear una red IPN (“Inter-Pod Network”) que permite la interconexión de dos o más CPD de forma sencilla y estructurada, permitiendo ofrecer servicios en cada uno de ellos.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

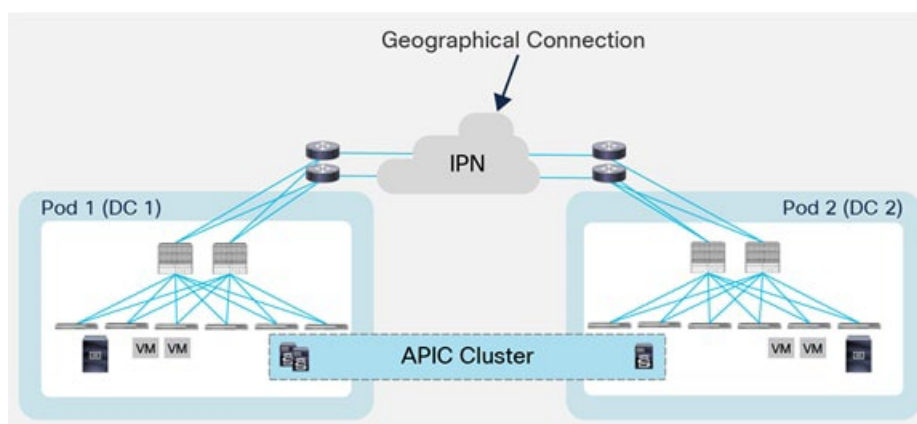


Figura 3: Topología genérica Multipod

En el CPD 1, el cableado de cobre y fibra en la sala IT se establecerá entre cada uno de los armarios reservados para equipos (EDA) y los extremos de cada una de las filas (HDA). Se establecerá una estructura *End of Row* (EoR) para cada una de las ramas como se muestra en la siguiente imagen.

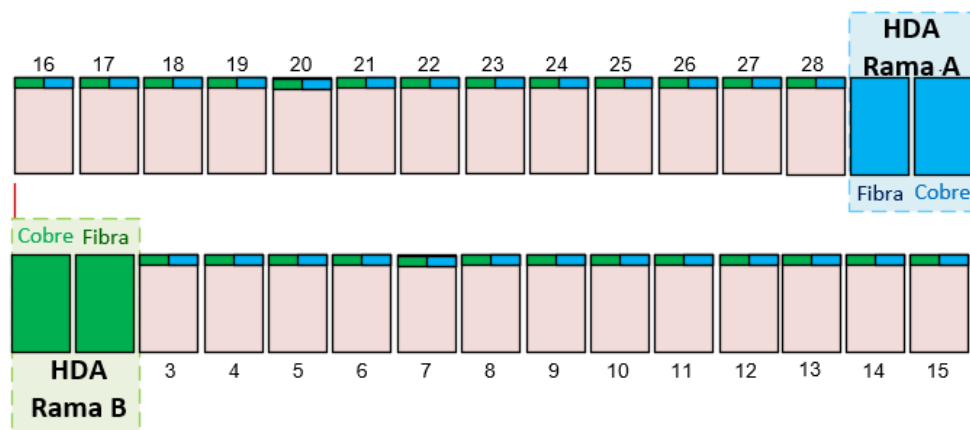


Figura 4: Organización armarios HDA en sala IT

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Se reservarán 2 armarios un extremo de cada fila para ubicar la electrónica y los elementos de cableado estructurado de las dos filas del cubo.

Cada uno de los armarios EDA, en los que se instalarán los equipos, dispone de un panel de cableado UTP y un bastidor de fibra que tienen su reflejo en los dos armarios HDA del cubo. En esos mismos armarios se encuentran los conmutadores leaf desde los que se prestan los servicios de conectividad IP a la red LAN.

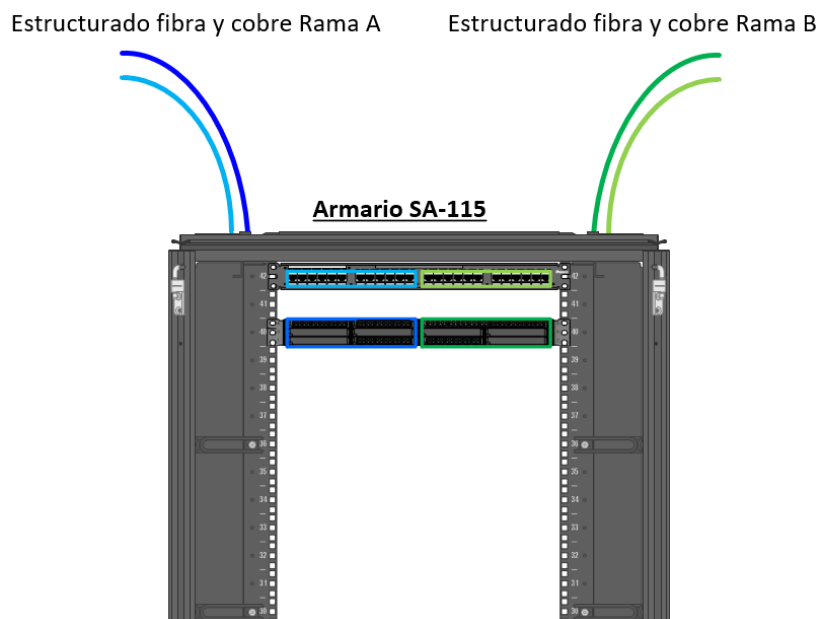


Figura 5: Esquema cableado armario EDA

Los bastidores de fibra son de alta capacidad, de fácil acceso y organización para que sean fácilmente gestionables. Están compuestos por bandejas independientes internas de extracción telescópica completa, cada bandeja interna dispone de 4 slots vacíos válidos para los diferentes tipos de casetes. Las bandejas extraíbles incluyen un espacio frontal y canales de salida laterales para la gestión de latiguillos. Incluyen tapa frontal abatible con amplio espacio para etiquetado,

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

tapa trasera desmontable y accesorios para la gestión del cableado por la parte trasera. También permiten la instalación de casetes de 12 y 24 fibras.



Figura 6: Ejemplo bastidores 1,2 y 4 U (12, 24, 48 casetes de 6 puertos LC dúplex)

En los bastidores se instalan casetes del tipo de fibra necesario en cada caso (OS2 o OM4) y con el número de fibras y conectores a utilizar en cada caso. La conexión entre sí de los casetes se realiza mediante cables de fibra de 12 o 24 fibras con conectores MPO para que sea lo más flexible posible sin necesidad de realizar fusiones de ningún tipo.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo del esquema de conexión entre armarios EDA y HDA.

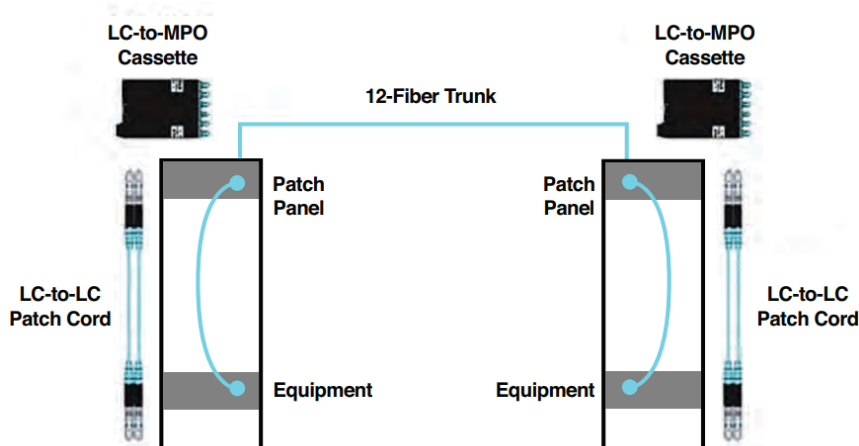


Figura 7: Esquema de conexión de equipos a red LAN (1 salto)

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

En el CPD 2 la organización de armarios no es exactamente igual que la del CPD 1 pero el esquema de montaje sí es el mismo. En ambos casos se instala un bastidor de fibra en cada armario del CPD para comunicar con los armarios en los que se encuentra la electrónica de red.

5.5.4 Descripción de los trabajos

5.5.4.1 Electrónica de red

METRO dispone en todos sus CPD, de electrónica de comunicaciones Cisco con tecnología ACI para la red LAN. En concreto se utiliza la arquitectura Multi-Pod, que permite una gestión y operación unificada de todos los CPD aun estando separados geográficamente en varios centros (cada uno se considera un pod). La electrónica de red a suministrar en el proyecto será una ampliación de los leaf de esos pod.

Cada conmutador leaf se conectará con 6 enlaces de 100 Gbps a los spine existentes mediante transceptores a suministrar para los dos extremos (leaf y spine).

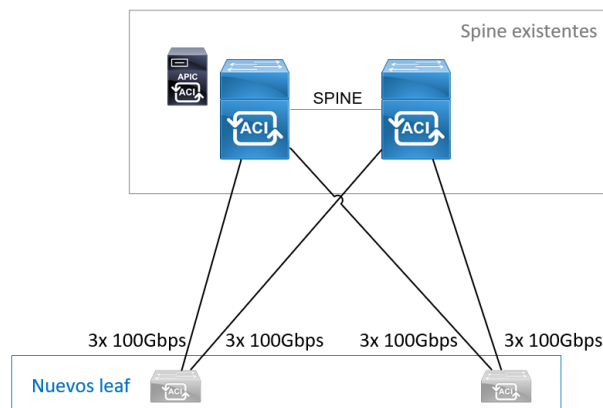


Figura 8: Esquema de conexión de nuevos conmutadores leaf

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Los equipos a adquirir serán conmutadores multinivel, es decir, deben aglutinar funcionalidades de conmutación o nivel 2 con funcionalidades de enrutamiento o nivel 3. Su arquitectura será fija, con al menos dos fuentes de alimentación AC y 4 ventiladores redundantes (con capacidad de elegir el sentido de ventilación), siendo estos elementos extraíbles en caliente para su sustitución sin afección al servicio.

CPD	Unidades	Modelo de Leaf	Detalle Puertos
CPD 1	2	N9K-C93180YC-FX3S o similar	48 puertos 1/10/25 Gbps basados en SFP 6 puertos 40/100Gbps basados en QSFP
CPD 2	2	N9K-C93180YC-FX3S o similar	48 puertos 1/10/25 Gbps basados en SFP 6 puertos 40/100Gbps basados en QSFP

Tabla 1: Modelos de conmutadores leaf a instalar en los CPD

CPD	Tranceptor 10Gbps SR	Tranceptor 25Gbps SR	Tranceptor 100 Gbps SR	Tranceptor 100 Gbps DR
CPD 1	30	40	-	24
CPD 2	8	16	24	-

Tabla 2: Tabla con transceptores ópticos a instalar

Deberán incluirse las licencias necesarias (licencia Essentials) para los equipos y su integración en la plataforma ACI ya instalada para un periodo de 2 años a partir de la correcta instalación de los equipos.

Los equipos deben contar con un contrato de soporte por parte del fabricante que garanticen la reposición de los conmutadores en con un tipo de soporte 24x7x4h. Este nivel de soporte se debe garantizar desde el momento en que los equipos comienzan a prestar servicio hasta el fin del periodo de garantía.

El equipamiento que se proponga debe ser integrable completamente en la plataforma Cisco ACI existente ya implantada, así como la gestión y operación centralizada del equipamiento desde los cinco controladores APIC ya operativos.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Una vez instalados, estos nuevos conmutadores se integrarán en la plataforma de gestión Cisco ACI realizando las labores necesarias que sean requeridas en la plataforma existente (APIC, spine, leaf, ...) para aprovisionar los nuevos equipos y las funcionalidades demandadas. Además, se llevará a cabo la configuración necesaria para realizar la asignación de los puertos de los nuevos conmutadores a los EPG que correspondan, teniendo en cuenta que toda la estructura lógica de *tenants* ya está creada en los 5 APIC que forman la plataforma completa.

Deberá realizarse igualmente la instalación eléctrica de los equipos, para lo cual habrá que contemplar la conexión a las PDU laterales del armario con el conector necesario con el cable del color de la PDU.

5.5.4.2 Cableado

En cuanto al cableado, se deben suministrar e instalar un bastidor de fibra de 1U en cada uno de los armarios en los que se instalarán los equipos del tren digital y las parejas correspondientes en los armarios HDA en los que se ubican los conmutadores leaf. En los bastidores se instalarán tantas parejas de casetes y cables trunk como sean necesarios para el número de enlaces de fibra que se requieren en cada armario.

La siguiente imagen muestra el esquema de montaje de bastidores y trunks a instalar en los armarios del CPD.

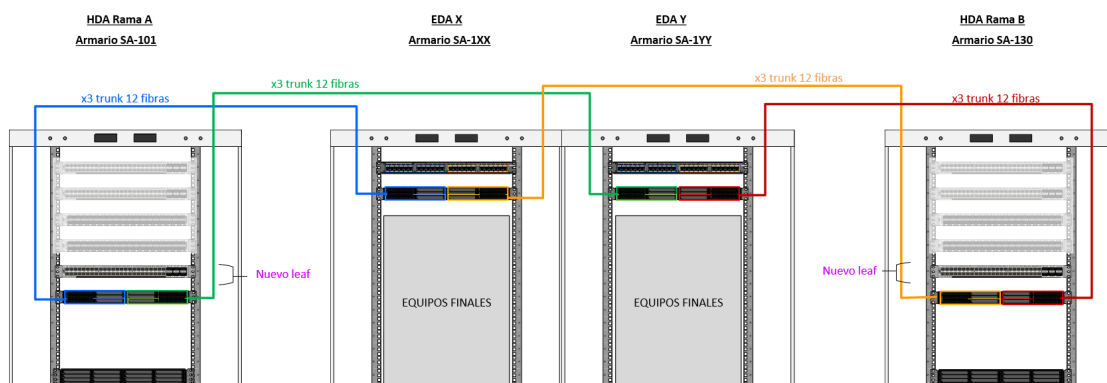


Figura 9: Esquema de montaje en CPD Global

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Para el caso del CPD 2 el montaje es similar, pero con un único armario de equipos finales.

Además, en el CPD 1 es necesario ampliar los casetes y trunk monomodo entre la sala IT (en la que están los leaf) y las salas de comunicaciones (en las que están los spine) con el número de enlaces que se necesitan. En el CPD 2 son necesarios casetes y trunk multimodo adicionales para este mismo caso, la comunicación entre los leaf y los spine.

Las siguientes tablas detallan en número de elementos de cada tipo que es necesario:

CPD	Bastidores 1U	Casetes OM4	Casetes OS2
CPD 1	4	24	8
CPD 2	3	12	-

Tabla 3: Tabla con número de bastidores y casetes a instalar

CPD	Cables trunk OM4 20m	Cables trunk OS2 70m	Cables trunk OS2 30m	Cables trunk OS2 90m	Cables trunk OS2 45m
CPD 1	12	1	1	1	1
CPD 2	6	-	-	-	-

Tabla 4: Tabla con número de trunks a instalar

CPD	Latiguillo OM4 3m	Latiguillo OS2 3m	Latiguillo OM4 10m	Latiguillo OS2 10m
CPD 1	140	24	10	10
CPD 2	72	10	10	10

Tabla 5: Tabla con número de latiguillos de fibra a instalar

Todo el sistema de casetes, cables trunk y latiguillos multimodo será de tipo OM4 de ultra bajas pérdidas. Para el caso de monomodo será tipo OS2 con conectores con pulido APC.

Los casetes de fibra a utilizar serán de polaridad universal para 12 fibras ópticas tipo multimodo OM4 o monomodo OS2 dependiendo las necesidades indicadas más adelante

El cable de interconexión de casetes a instalar entre los armarios será de la longitud necesaria para la distancia que se tiene que cubrir en cada caso y sus conectores de los extremos estarán terminados en fábrica.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

En varios casos los casetes se instalarán sobre bastidores de fibra ya existentes, por tanto, el modelo y fabricante de los casetes deberán ser aprobados por el director de los trabajos con el fin de que sean compatibles y puedan instalarse sobre estos bastidores con ranuras disponibles y reservadas para ello.

Aunque todo el sistema de fibra estructurado se basa en paneles preconectorizados, se deberá certificar cada una de las fibras de cada pareja de casetes y comprobar que la instalación casete-cable de interconexión-casete cumple los parámetros de la norma y los indicados por las hojas de características del fabricante en caso de ser superiores.

Todo el tendido de cableado del proyecto debe quedar debidamente etiquetado en sus extremos según la normativa que METRO solicite. Esto incluye, cableado estructurado y cables de parcheo o puentes que se instalen. Se utilizarán etiquetas adhesivas como las de la imagen que se muestra a continuación en las que debe poder escribirse texto en tres líneas diferentes con la longitud de texto que se necesite.

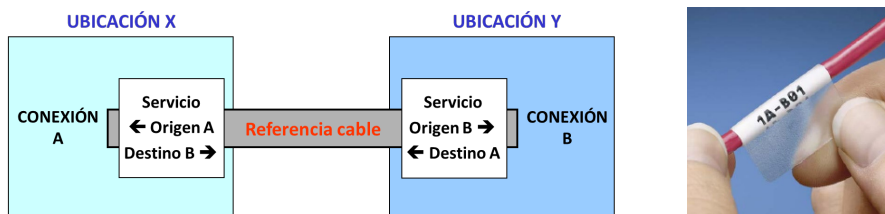


Figura 10: Ejemplo de etiquetado cableado

El tipo de etiqueta a utilizar para será específico para cada tipo de elemento a identificar. Por ejemplo, los cables de fibra o cables de cobre que tengan un diámetro reducido se etiquetarán con etiquetas como la de la siguiente imagen.



Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Figura 11: Ejemplo de etiqueta para latiguillo de fibra

Para los tendidos de fibra por bandeja colgada, cuyas longitudes son mayores, el etiquetado se deberá colocar también en toda la longitud del cable cada 5 metros. Para que todos los cables tengan la etiqueta en el mismo punto, la posición de la etiqueta la determinará un punto de identificación de cableado en la bandeja, en ese punto todos los cables tendrán etiqueta identificativa. La separación entre puntos de identificación no podrá ser superior a 10 metros, y se podrá localizar fácilmente con algún tipo de marca en la bandeja que sea visible.

5.5.5 Prescripciones técnicas

5.5.5.1 Bastidores

Están contruidos en acero con una capacidad de 144 fibras por U de altura, disponibles en bandejas de 1U, 2U y 4U (12, 24 y 48 casetes respectivamente), con tapa frontal de protección de los latiguillos de parcheo.



Figura 12: Ejemplo bastidores 1,2 y 4 U (12, 24, 48 casetes de 6 puertos LC dúplex)

- Instalación en armarios de 19" siguiendo la norma EIA-310 o equivalente.
- Solución totalmente modular para una variedad de instalaciones pre-terminadas proporcionando versatilidad y flexibilidad.
- Soporte de administración de cables en cada uno de los rieles integrado, permitiendo una mejor organización de los latiguillos de parcheo.
- Permite instalación de casetes hacia frontal o trasera de la bandeja

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- Bandeja trasera para soporte de los cables troncales
- Zona dedicada para el etiquetado

5.5.5.2 Casetes

Los casetes emplean conectores de ultra bajas pérdidas MPO (uno o dos) de alto rendimiento en la parte trasera y 6 o 12 acopladores LC Dúplex, donde se realizan las asignaciones o parcheos.

Los colores de las carcasas de los adaptadores deben cumplir con el estándar TIA/EIA-568-D o equivalente.

El conector MPO debe superar TIA/EIA-568C.3 A.4.9 o equivalente: 500 ciclos de enfrentamiento (multimodo y monomodo).

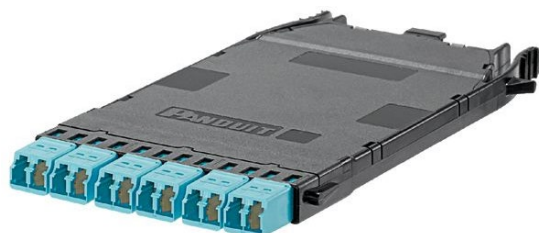
Rendimiento óptico de ultra bajas pérdidas mejorado mediante el proceso de pulido del conector MPO.

Debe constar de 6 o 12 adaptadores LC dúplex cerámicos de zirconio por cada casete (12 o 24 fibras), recibe 1 cable de 12-fibras pre-terminadas con 1 conector PANMPO o recibe 1 cable de 24-fibras optimizadas pre-terminadas con 1 o 2 conectores PANMPO.

El pulido de los conectores de los casetes monomodo será APC.

Sus conectores deben cumplir las siguientes características:

- Máxima pérdida de inserción de 0,35 dB en OM4 y 0,75 dB en OS2.
- Mínima pérdida de Retorno de 26 dB en multimodo y 55 dB en monomodo



Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Figura 13: Ejemplo casete 6 dúplex LC

5.5.5.3 Cables trunk

La conexión entre casetes se realizará con cables de ultra bajas pérdidas con las siguientes características:

- La conectividad debe cumplir o exceder los requerimientos de rendimiento de TIA/EIA-568.3-D e ISO/IEC 11801 o equivalente.
- El cable que incluirá la cubierta de acorde con la norma IEC-60332, Euroclase B2ca: s1a, d1, a1 y cumple RoHS.
- Los conectores PanMPO deben cumplir con TIA-604-10 (FOCIS-5), TIA/EIA-568-C.1, y TIA-604-10 (FOCIS-10) o equivalente.
- Pérdida de inserción máxima por cada par de conectores enfrentados: 0,25 dB para multimodo y 0,75 dB monomodo.
- Perdida de Retorno: 30dB para multimodo y 55dB para monomodo.
- Disponible en conexión PanMPO a PanMPO hembra con 12/24 o 48 fibras de interconexión (un/ dos/ cuatro conectores PanMPO en cada extremo).
- Multimodo 50/125 µm OM4 y monomodo 9/125 µm OS2.
- Debe exceder todos los requisitos de rendimiento TIA/EIA-568.3-D o equivalente.
- Debe ser compatible con todos los conectores existentes MPO.
- Debe estar terminado en fábrica y 100% testeados para las pérdidas de inserción.
- Debe disponer de un reporte de prueba de las pérdidas de inserción y de retorno para cada cable.
- Número de control de calidad que garantiza y asegura la calidad del cable.
- Disponible en diferentes longitudes en saltos de al menos un metro.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.



Figura 14: Ejemplo cable trunk MPO-MPO

5.5.5.4 Latiguillos de conexión

Todos los latiguillos de fibra serán tipo *Uniboot* para reducir el diámetro del cable y facilitar los trabajos en situaciones de alta densidad. Dispondrán de un sistema que permita desconectarlos de manera sencilla tirando de la bota del conector sin tener que presionar los prisioneros.

Los latiguillos deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Opción de cambiar la polaridad con facilidad sin necesidad de herramientas;
- Construido con cable de diámetro máximo de 2 mm de 2 fibras disponible con cubierta libre de halógenos (LSZH), terminado en conectores LC Dúplex Push-Pull en cada extremo.
- Conectores de ultra bajas pérdidas con pérdidas de inserción máximas de 0,10 dB en OM4 y 0,25 dB en OS2.
- Pérdida de Retorno de 0,26 dB en multimodo y 0,55 dB en monomodo
- Compatible con RoHS
- Superar los estándares ISO/IEC 11801, TIA/EIA-583-D.3 y TIA-604-10 (FOCIS-10) o equivalentes.
- Terminado en fábrica y 100% probado para la pérdida de inserción.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- Pérdidas de inserción registrados para cada latiguillo
- Numero de prueba de la prueba para control de calidad en cada latiguillo

Los conectores de latiguillos monomodo serán de pulido APC para la conexión al casete y PC o UPC para la conexión con la electrónica.

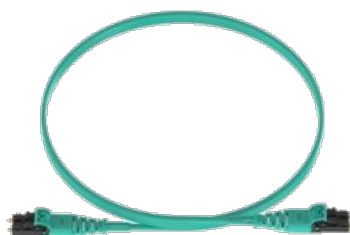


Figura 15: Ejemplo latiguillo conexión uniboot

5.5.5.5 Latiguillos de Parcheo UTP

Los cables UTP de parcheo a utilizar deben ser categoría 6A de diámetro reducido con las siguientes características:

- Cable de cobre Unshield Twisted Pair de 4 pares trenzados, 28 AWG, 100 Ω .
- Debe presentar certificación del fabricante para cumplir o superar las especificaciones de la norma TIA/EIA 568.2-D Category 6A Cabling y los requisitos de cable categoría 6A de la norma ISO/IEC 11801 Clase E_A o equivalente.
- Los conductores de cobre dentro del cable de parcheo deben estar trenzados en pares, con separador de cuadrante. Los 4 pares deben quedar envueltos en un forro retardante de fuego (CM/ LSZH).
- Debe disponer de un diámetro exterior máximo de 4,95 mm.
- Conectores que garanticen hasta 750 conexiones.
- Todos los cables de parcheo deben ser compatibles con los esquemas de cableado T568A y T568B.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- Las prestaciones del macho deben cumplir con el rango de prestaciones EIA/TIA, asegurando la interoperabilidad y el rendimiento 10GBASE-T de canal en Ethernet
- Debe estar disponible en varios colores, la decisión del color a utilizar se decidirá por METRO en el momento de instalación.

5.5.5.6 Conmutadores Leaf para CPD

En apartado actual se desarrollan las especificaciones técnicas de los equipos propuestos dentro de la solución para la red de los CPD.

Los equipos a adquirir serán conmutadores multinivel, es decir, deben aglutinar funcionalidades de conmutación o nivel 2 con funcionalidades de enrutamiento o nivel 3. Su arquitectura será fija, con al menos dos fuentes de alimentación AC y 4 ventiladores redundantes, siendo estos elementos extraíbles en caliente para su sustitución sin afección al servicio.

La principal funcionalidad de este equipo es actuar como nodo de conexión de los equipos finales (servidores, routers, cortafuegos, balanceadores, etc) a la red.

Los equipos a instalar serán los indicados a continuación de la familia Cisco Nexus 9300 o similares 100% compatibles con la infraestructura de red ya desplegada en los demás CPDs de METRO, garantizando el total de las funcionalidades de la solución Cisco ACI existente, así como la gestión y operación centralizada del equipamiento desde los cinco controladores APIC ya operativos. Sus características mínimas en cuanto a puertos disponibles serán:

Tipo Leaf	Modelo	Detalle Puertos
Leaf puertos fibra	N9K-C93180YC-FX3S	48 puertos 1/10/25 Gbps basados en SFP 6 puertos 40/100Gbps basados en QSFP

Tabla 6: Modelos de conmutadores leaf a instalar en los CPDs

En la siguiente tabla aparecen las capacidades que debe proporcionar cada uno de los equipos:

Leaf fibra
C93180YC-FX3S

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Rendimiento	4,8 Tbps
Latencia	~1 µseg
Rutas LPM (Longest Prefix Match)	1.792.000
Entradas IP de host	1.792.000
Entradas de direcciones MAC	512.000
Rutas multicast	128.000
Grupos IGMP (Interior Gateway Management Protocol)	32.000
Instancias VRF (Virtual Routing and Forwarding)	16.000
Caminos ECMP (Equal Cost Multi Path)	64
Port-channels	512
Enlaces máximos por cada port-channel	32
Sesiones SPAN activas	4
VLAN en instancias RPVST (Rapid per-VLAN Spanning Tree)	3.967
Grupos HSRP (Hot-Standby Router Protocol)	490
Entradas NAT (Network Address Translation)	1.023
Instancias MST (Multiple Spanning Tree)	64
Número de Colas	8

Tabla 7: Capacidades de conmutadores leaf a instalar en los CPDs

Todos ellos dispondrán de puerto de gestión fuera de banda y conexión de cable de consola.

Este equipo disponer al menos dos conexiones de 100 Gigabit Ethernet con cada uno de los conmutadores de la capa de agregación (Cisco Nexus 9364C).

Todos ellos deberán tener la capacidad de poder conectar dependientes de ellos hasta 16 Fabric Extender Nexus Nx2000.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.



Figura 16: Conmutador Leaf N9K-C93280YC-FX3S (tipo 2)

Como conmutador de Nivel 2 deberá incluir al menos las siguientes funcionalidades:

- Switching de puertos y troncal de VLAN a Nivel 2
- Soporte de encapsulación de VLAN con IEEE 802.1q
- Soporte MST (Multiple Spanning Tree Protocol)
- Soporte Rapid PVST+ (Rapid Per VLAN Spanning Tree+)
- Soporte de Private Vlans
- Soporte IGMP snooping v1, v2
- Soporte LACP (Link Aggregation Protocol)
- Soporte UDLD (Uni-Directional Link Detection) y Aggressive UDLD
- Soporte 802.1s, 802.1w
- Soporta control de “tormentas” de broadcast (broadcast/multicast suppression)

Como conmutador de Nivel 3 las características mínimas serán:

- Soporte de enrutamiento estático
- Soporte de protocolos de routing: EIGRP (Enhanced IGRP), OSPF (Open Shortest Path First), RIPv2, IS-IS (Intermediate System to Intermediate System), BGP4 (Border Gateway Protocol), HSRP (Hot Standby Routing Protocol)

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- Soporte IGMP (Internet Group Management Protocol) v1, v2 y v3
- Soporte de protocolos PIM (Protocol Independent Multicast): SM (Sparse Mode), ASM (Any Source Multicast y Bidir (Bidirectional Shared Trees).
- Protocolo de descubrimiento de fuente multicast (MSDP – Multicast Source Discovery Protocol)
- Soporte de protocolo de control de mensajes de Internet (ICMP – Internet Control Message Protocol)

En cuanto a funcionalidades de QoS (Quality of Service), deberá contemplar:

- Particularización de políticas QoS por puerto
- Soporte de colas por puerto
- Encolamiento por prioridad estricta
- Soporte DSCP (IP Differentiated Service Code Point)
- Clasificación y marcado de acuerdo a:
 - Campo ToS (Type of Service) de la cabecera IP
 - Cabeceras de nivel 3 y 4
- Establecimiento de políticas de entrada y salida según cabeceras de nivel 3 y 4

Otras funcionalidades que deberá soportar

- VXLAN routing and bridging
- BGP EVPN control Plane

El resto de las características del conmutador de agregación se citan a continuación, en formato tabla:

Característica	Parámetro
----------------	-----------

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Dimensiones (alto x ancho x profundo) en cm.	4.4 x 43.9 x 57.1
Requerimientos de espacio (en RUs – Unidades de Rack)	1
Fuentes de Alimentación	2 F.A. Redundantes: Corriente Alterna - 650 W – 1200W HVAC

Tabla 8: Características eléctricas físicas conmutador leaf tipo 1

Se diferenciarán por colores los dos cables de alimentación siguiendo los colores de la PDU a la que se conecte cada toma.

Cada conmutador deberá quedar conectado a la tierra del armario en el que se instale según las indicaciones del fabricante del equipo.

UNIDADES	CARACTERÍSTICA	DETALLE
1	N9K-C93180YC-FX3	Nexus 9300 48p 1/10/25G, 6p 40/100G, MACsec, SyncE
1	CON-PSUP-N9KC93X3	PRTNR SUP 24X7X4 Nexus 9300 48p 1/10/25G, 6p 40/100G, MAC
1	MODE-ACI-LEAF	Dummy PID for mode selection
1	NXK-AF-PI	Dummy PID for Airflow Selection Port-side Intake
1	ACI-N9KDK9-15.2	Nexus 9500 or 9300 ACI Base Software NX-OS Rel 15.2
1	NXK-MEM-16GB	Additional memory of 16GB for Nexus Switches
1	NXK-ACC-KIT-1RU	Nexus 3K/9K Fixed Accessory Kit, 1RU front and rear removal
2	NXA-PAC-650W-PI	Nexus NEBs AC 650W PSU - Port Side Intake
2	CAB-C13-C14-2M	Power Cord Jumper, C13-C14 Connectors, 2 Meter Length
4	NXA-FAN-35CFM-PI	Nexus Fan, 35CFM, port side intake airflow
1	SVS-B-N9K-ESS-XF	EMBEDDED SOLN SUPPORT SWSS FOR ACI NEXUS 9K
1	C1E1TN9300XF-7Y	Data Center Networking Essentials Term N9300 XF, 7Y

Tabla 9: Composición completa del conmutador leaf de puertos de fibra

5.5.6 Documentación

Dentro de la documentación final de los trabajos se debe incluir documentación y planos de toda la instalación realizada en formato editable. Deberán entregarse:

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- Hojas técnicas de todos los elementos utilizados.
- Planos de distribución que muestren la ubicación de las tomas de red, cables, repartidores, etc.
- Diagramas esquemáticos de los cables troncales.
- Programas de etiquetado del sistema, incluida la copia electrónica de los programas de etiquetado que forman parte del cable, gabinetes, paneles, salidas, etc.
- Diagramas del armario de cableado: muestra los esquemas de cableado, incluir detalles de instalación, dimensiones, etc.
- Esquemas lógicos y físicos de conexión de electrónica.
- Resultados de los protocolos de pruebas realizados.

La documentación final podrá ser utilizada por METRO en la forma que estime conveniente, siempre y cuando sea únicamente en su provecho y no para terceros.

El Contratista hará entrega de las especificaciones de cada uno de los equipos o elementos de la instalación donde se indicará al menos: características, funcionalidad, prescripciones de mantenimiento, plazos y proceso (durante los periodos establecidos), normas de prueba y ajuste, lista de piezas constituyentes, límites de desgaste, instrumentación precisa, renovaciones sistemáticas, cualificación del personal y tiempo para la realización de los trabajos. Toda esta documentación deberá ser aprobada por la Dirección de los Trabajos.

El Contratista enviará cuanta información sea conveniente para la mejor explotación y mantenimiento de los sistemas objeto de su suministro, según su propio criterio y de forma complementaria a lo aquí reflejado.

Por otra parte, la Dirección de los Trabajos podrá solicitar cuanta información estime oportuna para el desempeño de sus funciones.

En el caso de equipos comerciales, el Contratista entregará los manuales de usuario, referencia, servicio, instalación, configuración, programación, administración y cualquier otro documento que se pueda solicitar al fabricante y que sea necesario para el posterior mantenimiento de la instalación.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

5.5.7 Equipo asignado

La empresa licitadora que resulte adjudicataria asignará un equipo experimentado y certificado que será responsable de la ejecución de los servicios de instalación y configuración de los nuevos elementos.

De entre todo el equipo que pueda estar asignado, deberá haber al menos los siguientes perfiles asignados para la ejecución del proyecto, que ejecutarán al menos las tareas indicadas:

- **Un (1) Especialista de red en CPD:**

Su misión será:

- Planificar y coordinar todas las relacionadas con el proyecto de migración.
- Diseño y arquitectura de la integración de los equipos de red.
- Instalación de equipos de red.
- Informar y documentar.

- **Un (1) Especialista de Instalación en CPD:**

Su misión será:

- Análisis y diseño de la instalación del cableado de cobre y fibra.

- **Un (1) Técnico de Instalación:**

Su misión será:

- Ejecución de los trabajos de cableado de cobre y fibra preconectorizada.

5.5.8 Plazo y condiciones de ejecución de los trabajos

5.5.8.1 Inicio de los Trabajos

Se mantendrá una reunión de inicio en la que se formalizará la fecha de inicio de los trabajos.

5.5.8.2 Plazo de Ejecución

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Teniendo en cuenta todos los trabajos descritos en el presente lote, METRO fija un plazo para la ejecución de los mismos, incluidas las pruebas de recepción, de **CUARENTA y DOS (42) MESES** a partir del día siguiente a la firma del acta de inicio de trabajos.

5.5.8.3 Recepción

Una vez terminadas las instalaciones se procederá, mediante los protocolos específicos, a realizar las mediciones de parámetros y magnitudes de las instalaciones objeto de la recepción, que deberán quedar reflejados en los documentos de los protocolos.

Si la ejecución de los trabajos no cumpliera con todas las especificaciones, el Contratista procederá, con toda urgencia, a efectuar las correcciones necesarias hasta que desaparezcan las diferencias señaladas. Una vez efectuado este trabajo, podrá procederse a la recepción de las instalaciones.

5.5.8.4 Certificación final de los trabajos

La instalación se someterá a las pruebas de recepción y a todas aquellas que, en base a la experiencia en explotación, la Dirección de los Trabajos y el Contratista, de común acuerdo consideraran aconsejable realizar.

Asimismo, se procederá a la lectura del proyecto y contrato para contrastar la total ejecución de lo indicado en los citados documentos, y que en caso de no cumplirse se procederá a su resolución previo a la certificación final los trabajos. Como norma general, no se planteará la realización de la certificación final de los trabajos si no estuvieran implantadas y comprobadas todas las modificaciones surgidas.

No tendrán la consideración de mediciones y se recogerán en el certificado final de los trabajos, los excesos de mediciones, entendiendo por tales, a las variaciones que durante la correcta ejecución de los trabajos se produzcan exclusivamente en el número de unidades realmente ejecutadas sobre las previstas en las mediciones del proyecto, siempre que en global no representen un incremento del gasto superior al diez por ciento del precio del contrato inicial.

Si el resultado es satisfactorio se realizará la certificación final de trabajos.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

En casos absolutamente excepcionales, y para la situación en que no se superen las pruebas de la recepción, y siempre previa conformidad de la Dirección de los Trabajos, se podrá elevar la correspondiente acta, indicándose en la misma el plazo para la subsanación de defectos, entregas documentales, compromisos, etc., así como las consecuencias de su incumplimiento por parte del Contratista.

5.5.8.5 Comunicación de Incidencias e Interlocución

Cualquier incidencia que se detecte en las instalaciones originará una comunicación del CONTRATISTA hacia Metro de Madrid, o en caso de que la incidencia se detecte con medios propios, de Metro de Madrid hacia el CONTRATISTA. Esta comunicación se realizará por dos vías, una de ellas verbal, por llamada a teléfono fijo o móvil, las 24 horas del día, todos los días del año, facilitado por el CONTRATISTA y otra escrita (Web, correo electrónico, SMS o fax). El CONTRATISTA empleará igualmente el procedimiento de doble comunicación para notificar la atención y resolución de las incidencias.

5.5.8.6 Procedimiento de Escalado

El CONTRATISTA ha de indicar el orden de contactos para el escalado ante la imposibilidad de empleo de los cauces definidos en los distintos tipos de notificaciones.

Metro de Madrid proporcionará igualmente la relación de contactos para el escalado.

5.5.8.7 Lugar de ejecución de los trabajos

Los trabajos se realizarán en remoto o con presencia de personal técnico en dependencias de Metro de Madrid, en función de las necesidades que establezca en cada momento la Dirección del Servicio de Metro de Madrid.

5.5.8.8 Horarios y limitaciones en los trabajos de instalación

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Los trabajos en una zona sin servicio no se verán afectados por limitación de horario, sin embargo, en los trabajos a efectuar en los tramos en explotación, el Contratista tendrá que realizar necesariamente los trabajos teniendo en cuenta lo siguiente:

Trabajos en CPD:

Los trabajos dentro de los CPD, siempre que no afecten a los servicios de explotación, podrán realizarse en jornadas normales de 8 horas, incluso en horario diurno.

En caso de que dichos trabajos puedan afectar a algún servicio, deberá preverse que el horario estará limitado desde las 2 h hasta las 5:30 h de la mañana, excepto en caso en que el servicio afectado sea el de circulación de trenes, en cuyo caso el horario estará limitado a 2,5 horas (de 2:30 a 5:00 h).

Solicitud de trabajos:

Todos los trabajos que afecten a algún servicio de explotación deberán ser programados y autorizados explícitamente por METRO.

El Contratista solicitará por escrito la programación de los trabajos a la Dirección Facultativa, debiendo ser programados con el tiempo de antelación que la Dirección Facultativa indique.

Por razones del Servicio de Mantenimiento, y otras causas, se podrán suspender trabajos programados, o bien acortar los periodos disponibles, no admitiéndose reclamación alguna por parte del Contratista.

5.5.8.9 Medios materiales

Corresponde al CONTRATISTA dotar a su personal de todos los medios materiales necesarios para la realización de las actividades contratadas, incluyendo los medios de carácter ofimático, tales como ordenadores, servicios de comunicación telefónica y de datos, servicios de impresión, material de oficina, etc.

5.5.8.10 Propiedad intelectual

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Sin perjuicio de lo dispuesto por la legislación vigente en materia de propiedad intelectual y de protección jurídica de los programas de ordenador, el CONTRATISTA acepta expresamente que los derechos de explotación de las aplicaciones informáticas y de los programas desarrollados al amparo del presente servicio corresponden únicamente a Metro de Madrid, con exclusividad y a todos los efectos.

En este sentido, el CONTRATISTA se obliga a entregar a Metro de Madrid todos los programas, tanto en código fuente como ejecutables, ficheros de configuración, datos, cálculos implementados, procesos desarrollados y demás información empleada en el desarrollo de los diferentes trabajos. Esta entrega ha de realizarse de forma continua durante el periodo de vigencia del contrato, en las localizaciones y sistemas que designe la Dirección del Servicio de Metro de Madrid.

5.5.8.11 Acopio, distribución y transporte de los materiales y equipos

Todos los gastos de acopio, transporte y distribución de materiales serán por cuenta del Contratista (atendiendo al criterio DDP-*Delivered Duty Paid*), así como la retirada del material sobrante.

Las condiciones de transporte, distribución y retirada de materiales serán aprobadas por la Dirección de los Trabajos.

El Contratista deberá disponer de todos los medios homologados y/o autorizados por METRO, necesarios para la realización de los trabajos, incluidos vehículos, conductores y personal acreditado, herramientas, etc.

5.5.9 Garantía

5.5.9.1 Objeto

La garantía es la obligación del Contratista de corregir defectos de las instalaciones objeto del presente proyecto durante un periodo determinado, y será aplicada sobre la totalidad de las

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

instalaciones, independientemente de que sean de la propia fabricación del Contratista, o bien, subcontratadas a terceros por el mismo.

5.5.9.2 Plazo

El plazo de la garantía será de **DOS (2) AÑOS**, y comenzará a contar desde que se haga efectiva la recepción de las instalaciones.

5.5.9.3 Alcance

Esta garantía incluirá la solución de cualquier problema que surja derivado de las actuaciones llevadas a cabo dentro del alcance de este PPT.

5.5.9.3.1 Derechos

Durante el periodo de garantía, METRO tendrá derecho a:

- La reparación totalmente gratuita por el Contratista, de los vicios o defectos que se manifestasen durante el uso normal de las instalaciones, debiendo el Contratista asumir todos los costes directos de tal reparación, incluyendo los costes de materiales, mano de obra, recogida y entrega, embalaje y envío, programación, configuración y actualización del *software* instalado a cualquier nueva versión existente.
- En el caso de que, a criterio del Contratista, la reparación no fuese posible, y las instalaciones objeto de la garantía no presentasen las condiciones óptimas, METRO tendrá derecho a la sustitución de elementos defectuosos por otros de características idénticas o superiores, incluyendo los costes de instalación, configuración y parametrización para su puesta en explotación.

5.5.9.3.2 Obligaciones

El Contratista estará sujeto a las siguientes obligaciones:

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- Entregar la información de cada una de las actuaciones realizadas con el grado de detalle indicado por METRO, en el soporte y formato facilitado por la misma. Estará obligado, si así se requiere, a la explotación del sistema de gestión de Mantenimiento de METRO, registrando en este toda la información técnica y operativa relativa a las instalaciones y a todas las incidencias y acciones realizadas.
- Llevar a cabo la investigación, análisis y determinación de actuaciones, para la resolución de problemas repetitivos en las instalaciones.
- Aclarar a METRO cualquier duda que surgiese sobre la documentación técnica y/o sobre los elementos bajo el alcance de la garantía.
- Indicar a METRO las mejoras que se pudiesen plantear en los procesos de mantenimiento y/o de uso de los equipos suministrados por el Contratista; así como informar a METRO de cualquier uso y/o mantenimiento indebido que fuesen detectados y que pudiesen dar lugar a exclusiones a la garantía detalladas en un apartado posterior.
- Cumplir con los niveles de servicio detallados en este PPT.
- Disponer de un stock de repuestos a consensuar con METRO, para dar respuesta inmediata a las incidencias de carácter crítico para la normal explotación del sistema, sin que bajo ningún pretexto pueda utilizar elementos de otros equipos ya entregados a Metro de Madrid, salvo expresa autorización de la misma.

5.5.9.3.3 Procedimiento

Ante una incidencia motivada por defecto en los alcances cubiertos por la garantía, los pasos a seguir serían los siguientes:

- La localización de la pieza averiada y sustitución de la misma por otro repuesto libre de defectos (correctivo de primer nivel) será realizada por el Contratista. Si bien la atención de primer nivel será por la organización de mantenimiento de METRO, esta podrá solicitar, para dicho mantenimiento correctivo de primer nivel, el apoyo técnico y asistencia in situ por el Contratista.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- Una vez el Contratista haya restablecido el servicio y desmontado los elementos que haya encontrado defectuosos, METRO informará de los elementos que considere deban ser cubiertos por la garantía. Dichos elementos estarán a disposición del Contratista responsable de la garantía en el lugar que determine METRO o la empresa designada para la realización de las tareas de mantenimiento, siendo total responsabilidad del Contratista los costes de transporte que se puedan producir en el transcurso de reparación. El tiempo de respuesta de la reparación incluirá el tiempo que el Contratista emplee para determinar si dicha reparación está cubierta por la garantía.

5.5.9.4 Niveles de servicio

La calidad de la prestación de servicio recibida durante el periodo de garantía quedará determinada mediante el parámetro definido como tiempo de reparación, que es el tiempo transcurrido desde que el elemento defectuoso es recepcionado por el Contratista hasta que el elemento reparado (o bien otro de características idénticas o superiores) es entregado en el lugar determinado por METRO.

En función del grado de repercusión que tenga cada incidencia sobre la normal explotación de la red, su servicio de transporte de viajeros y la seguridad de las personas y las instalaciones, METRO tiene fijado un determinado grado de criticidad que implicará unos tiempos máximos de reparación.

Nivel	Criticidad	Tipo de Incidencia
1	Máxima	Incidenia catalogada de alto impacto en la explotación del servicio.
2	Media	Cualquier otra incidencia con afección al servicio no considerada de alto impacto.
3	Baja	Incidenias que no afecten al servicio.

Tabla 10: Grados de criticidad según tipo de incidencia

Cualquier incidencia motivada por defectos que el Contratista considere deban ser cubiertos por la garantía originará una comunicación de METRO hacia el Contratista en la que el primero

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

indicará al segundo la naturaleza de la incidencia y fijará el nivel de criticidad asignado a la misma.

Esta comunicación se realizará vía telefónica, escrita, e-mail, SMS o fax (pudiendo estar activos uno o más tipos de comunicación y más de uno de cada tipo).

Los tiempos de reparación exigidos en función de la criticidad de las incidencias se muestran en la tabla adjunta:

Nivel Criticidad	Tipo Incidencia	Tiempo reparación
1	Alto Impacto	6h
2	Normal	24h
3	No afecta al servicio	72 h

Tabla 11: Tiempos de reparación exigidos en función de la criticidad de las incidencias

5.5.9.5 Seguimiento durante el plazo de garantía

Se deberá proporcionar en la oferta técnica el MTBF (tasa media de tiempo entre fallos medida en horas) de sus equipos. Este dato formará parte integrante del contrato y será utilizado como parámetro de seguimiento durante el plazo de garantía. Se empezará a contabilizar pasado un mes de la recepción y puesta en marcha, para no computar el periodo de mortandad infantil.

Del total de equipos recepcionados se descontarán aquellos paralizados por causas no imputables al Contratista y entre cuyos motivos habituales están, orientativamente, los siguientes:

- Incorporación de nuevos equipos ajenos al Contratista
- Formación profesional
- Mal uso, trato indebido o vandalismo
- Cualquier otra paralización de naturaleza semejante, no imputable al Contratista.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

Durante el periodo de garantía se realizará un seguimiento de la fiabilidad del sistema. Si durante este plazo de garantía no se consigue alcanzar este parámetro de calidad, esta se prolongará según se especifica en el apartado “Ampliación de la garantía”. Se realizará por parte del Contratista un estudio mensual sobre la fiabilidad del sistema que afectará a todos los equipos instalados y superado por tanto el periodo de mortandad infantil.

Si algún mes no se cumplen las ratios de calidad, el Contratista se obliga contractualmente a informar por escrito a METRO sobre las causas de su incumplimiento y las medidas correctoras que debe tomar.

Si un equipo concreto presenta un número anormal de averías, se podrá eliminar del cómputo general si METRO lo acepta, para evitar desviaciones que no caractericen el funcionamiento real del sistema. Será sustituido por otro nuevo y comenzará su plazo de garantía.

5.5.9.6 Ampliación de la garantía

El periodo de garantía será aumentado en periodos de seis meses hasta que se consigan los datos de fiabilidad ofertados, computándose los seis meses últimos antes de la fecha de finalización de garantía o los seis últimos meses de ampliación de dicha garantía.

5.5.9.7 Exclusiones a la garantía

Se definen las exclusiones a la garantía como aquellos daños, fallos o defectos en el funcionamiento de las instalaciones en que la necesidad de mantenimiento correctivo resulta de una o varias de las causas siguientes, no imputables al Contratista:

- Razones de fuerza mayor, tales como inundaciones, incendio, vandalismo, amotinamiento, huracanes o inclemencias climatológicas extremas, etc.
- Mal uso o mala conservación por parte de METRO

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

6. REQUISITOS DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

6.1 REQUISITOS DE SEGURIDAD Y SALUD

El Contratista, como responsable de las condiciones de trabajo de su personal, estará directamente obligado a cumplir cuantas disposiciones, presentes o futuras, estuvieren vigentes en materia laboral, de seguridad social, de prevención de riesgos laborales y de medio ambiente, debiendo adoptar las medidas necesarias para asegurar la indemnidad, integridad y salubridad de la personas, así como prevenir cualquier tipo de accidentes que pudieran producirse con ocasión del cumplimiento del Servicio, sean cuales fueren las causas de los mismos. Esto se entenderá, referido, en su caso también, a todo el personal subcontratado a través de otras empresas, así como a los trabajadores autónomos y procedentes de ETTs que se contraten para determinados servicios asociados al mantenimiento objeto de este Pliego.

El Contratista dispondrá de los técnicos titulados cualificados en prevención que al respecto fueran precisos, arbitrando a pie de obra todas las medidas obligatorias al respecto.

El Contratista queda obligado a observar y hacer cumplir a todo su personal las normas de seguridad y salud en el trabajo que establezca la legislación, normativas vigentes, así como los procedimientos que en materia de prevención laboral establezca Metro para sus propios trabajadores, conforme a la correspondiente documentación, preexistente o sobrevenida, que, a tal efecto, reciba de Metro. En caso de observar alguna discrepancia o incompatibilidad entre las normas y procedimientos de prevención de riesgos de aplicación y elaboración propia, respecto a los indicados por Metro como referencia en actividades de idéntica naturaleza, habrá de ser puesto de manifiesto para su análisis, discusión y resolución necesaria.

Especialmente:

- A) En materia de prevención laboral establecerá las medidas pertinentes relacionadas con la seguridad de las personas (usuarios y trabajadores).

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- B) Muy especialmente, todos los trabajos que se realicen en locales, armarios de maniobra y otros cofres con componentes con riesgo eléctrico, se efectuarán dejando sin tensión los elementos próximos que pudieran ser objeto de riesgo y cuyo contacto fortuito pudiera dar lugar a accidentes.
- C) Para los períodos en los cuales las instalaciones quedan sin vigilancia o presencia del personal de mantenimiento, o cuando los componentes de seccionamiento eléctrico y mando de la instalación queden fuera del alcance de la vista del personal de mantenimiento, será preceptivo adoptar todas las medidas necesarias de señalización y cancela contra puestas en movimiento accidentales o maniobras no deseadas.
- D) Se utilizarán equipos de protección personal (EPI's) adecuados y herramientas especiales.
- E) Se llevarán a cabo las diferentes reuniones que con carácter obligatorio y como coordinación de actividades empresariales marca la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

6.2 REQUISITOS MEDIOAMBIENTALES Y DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Con el fin de minimizar el impacto medioambiental, no sólo se tendrá en cuenta la explotación y mantenimiento de los equipos, sino también su diseño, fabricación, selección y manipulaciones de materiales. Se considerará la afección al medio ambiente desde el origen del Proyecto, y toda solución técnica o estética será precedida de un riguroso análisis para la integración de los siguientes aspectos:

- Siempre que sea viable, se presentará la alternativa de diseño que genere menos emisiones, ruidos, vibraciones y/o radiaciones electromagnéticas; así como el menor consumo de agua y energético posible.
- Se proyectarán las instalaciones y metodologías necesarias para la correcta gestión de los residuos que se vayan a generar.
- Se proyectarán e implantarán las medidas oportunas para evitar cualquier vertido de sustancias peligrosas.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- Se tendrá en cuenta que el horario de trabajo minimice las molestias que se pudieran ocasionar por ruido emitido al exterior.
- Se tendrá en cuenta el impacto visual negativo que pudiera tener la instalación/obra, tomando las medidas necesarias para minimizarlo.

En caso de que se vayan a instalar o diseñar equipos se valorará que:

- La fuente de energía sea renovable.
- La fuente de energía sea gas natural, hidrógeno o electricidad.
- El equipo no genere emisiones de gases contaminantes por combustión.
- El equipo no genere radiaciones electromagnéticas significativas.
- El equipo no genere ruidos ni vibraciones significativas.
- Se minimice el consumo de agua del equipo una vez inicie su actividad.

Los residuos generados serán gestionados por el Contratista, de acuerdo con la legislación vigente y debe evidenciarlo entregando a METRO cualquier documentación que le sea requerida (autorizaciones, albaranes de entrega a gestor autorizado, documentos de control y seguimiento, etc.).

El Contratista está obligado a restituir a su estado original, sin que proceda abono por dicho concepto, todas las áreas utilizadas como acopios.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

7. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR

El Contratista se compromete, en todo momento, a facilitar a las personas designadas por Metro, a tales efectos, toda la información y documentación que éstas soliciten, para disponer de un pleno conocimiento técnico de las circunstancias en que se desarrollan los trabajos, así como de los eventuales problemas que puedan plantearse y de las tecnologías, métodos y herramientas utilizados para resolverlos.

La documentación se entregará en los formatos que indique la Dirección de Servicio de Metro, y será validada por la misma. En caso de no ser aceptada, el Contratista deberá realizar las correcciones, subsanaciones, etc. que corresponda.

La información y documentación presentada deberá estar redactada en castellano, excepto en aquella documentación técnica para la cual no exista traducción.

La propiedad final será de Metro, que podrá utilizarla en la forma que estime conveniente.

Una vez formalizado el contrato, el Contratista hará entrega a Metro de un informe de adquisición de todos los elementos involucrados, hardware y software, que será elaborado por el fabricante y en el que se detallarán los productos adquiridos. En caso de licencias, suscripciones y soportes, dicho informe será elaborado por el fabricante titular del software detallando los productos software y suscripciones adquiridos, el tipo de soporte, la fecha de inicio y fin de validez, además del código identificador del soporte.

Igualmente, una vez finalizada la instalación de los equipos se suministrará a Metro la documentación asociada a dicha instalación que permita a los técnicos de Metro asumir el mantenimiento de los nuevos servidores. Esta documentación incluirá como mínimo la siguiente información:

- Nombre del equipo.
- Modelo servidor.
- Modelo CPU.
- Nº CPUs.
- Nº cores/CPU.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

- Memoria RAM.
- Dirección IP de la interfaz de gestión.
- Password usuario root/admin/Administrator.

Además, se entregará documentación oficial del fabricante con las condiciones de uso del hardware, software y del soporte adquirido.

8. GASTOS DE DIVULGACIÓN

Con motivo de la posible cofinanciación del presente proyecto con fondos del Programa Operativo 2021-2027 FEDER de la Comunidad de Madrid, en el cumplimiento de la función de informar al público del apoyo obtenido de los Fondos durante la ejecución de las acciones cofinanciadas recogidas en el Reglamento (UE) nº 1303/2013, el contratista deberá hacerse cargo de los gastos derivados de las acciones de publicidad necesarias.

La divulgación del proyecto podrá contemplar las opciones siguientes:

- Elaboración de un plan detallado de comunicación y difusión.
- Sitios web, cuentas en medios sociales y material de comunicación.
- Relaciones con los medios de comunicación.
- Organización de eventos.
- Vallas publicitarias, paneles u otro material publicitario impreso o electrónico.

Este servicio será potestativo por parte de METRO, y por tanto, sólo se realizará el pago de dicho servicio si finalmente se ejecutase.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

9. Anexo I Casos de Uso Funcionales

CASO DE USO 1: PUPITRE DE CONDUCCION VIRTUAL (TIEMPO REAL Y MOVIOLA)

Objeto:

Este caso de uso persigue visualizar en tiempo real el estado del pupitre de conducción de forma remota, así como de otros elementos de la cabina de conducción.

Esta visualización en tiempo real, permitirá la asistencia remota a la operación para la toma de decisiones rápidas y efectivas antes incidencias o perturbaciones en línea, con el objetivo de reducir los tiempos de respuesta y aumentar la percepción de calidad del viajero.

Se hace también necesario tener un módulo de moviola de la herramienta, que permitirá el análisis en diferido ante situaciones que así lo requieran.

Descripción funcional:

La herramienta permitirá visualizar en tiempo real o en modo moviola el pupitre de conducción y los elementos principales de la cabina y del tren en su estado real, en un puesto de operador remoto mediante una interfaz intuitiva.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

CASO DE USO 2: ESTADO DE FLOTA Y ALERTAS DE AVERIAS EN TIEMPO REAL PARA SUPERVISIÓN DE LA EXPLOTACIÓN

Objeto:

Este caso de uso persigue disponer de información en tiempo real del estado de los diferentes subsistemas que componen el material móvil, contribuyendo de manera proactiva a la mejora de la resolución de incidencias en las que participa el factor humano, realizándose la transmisión de información relativa al estado de sistemas del material móvil de forma automática, con lo que no sería necesario la interpretación de las indicaciones que transmita el Maquinista en relación a lo que le muestre el Monitor de Ayuda a la Conducción y no se tendría que esperar a que el Maquinista realice una llamada mediante la radiotelefonía para comunicar la incidencia.

Descripción funcional:

La herramienta representará el estado de la flota, tanto los trenes en circulación como los que se encuentren en depósitos, cocheras o sacos, así como la localización de cada tren y algunos parámetros de los mismos.

Dispondrá de varias vistas relacionadas entre sí y que permitirán visualizar con distinto detalle diferentes informaciones como son el estado de la flota completa, el detalle de las averías y alarmas activas en cada tren y otros parámetros clasificándolos en función de su criticidad. Tendrá capacidades en tiempo real y análisis de históricos.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

CASO DE USO 3: ESTADO DE FLOTA Y ALERTAS DE AVERIAS EN TIEMPO REAL PARA EL MANTENIMIENTO

Objeto:

Este caso de uso persigue disponer de información en tiempo real del estado de los diferentes subsistemas que componen el material móvil, contribuyendo de manera proactiva a dar una respuesta temprana a las anomalías observadas durante el servicio y para la toma de decisiones ágiles a la hora de priorizar y programar las actividades de mantenimiento.

Se trata de un caso similar al anterior pero orientado a variables de mantenimiento en lugar de a variables de explotación.

Descripción funcional:

La herramienta permitirá supervisar en tiempo real el estado de salud de la flota, a partir de la información de estado y de los eventos y alarmas automáticas de los elementos clave del tren, tanto de los trenes en circulación como los que se encuentren en depósitos, cocheras o sacos, así como la localización de cada tren y algunos parámetros de los mismos.

Dispondrá de varias vistas relacionadas entre sí y que permitirán visualizar con distinto detalle diferentes informaciones como son el estado de la flota completa, el detalle de las averías y alarmas activas en cada tren y otros parámetros clasificándolos en función de su criticidad. Tendrá capacidades en tiempo real y análisis de históricos.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

CASO DE USO 4: TELEMETRÍA COMPLETA EN TIEMPO REAL Y EN MODO MOVIOLA

Objeto:

Este caso de uso persigue la monitorización del funcionamiento y rendimiento de todos los sistemas mediante todas las variables y parámetros disponibles, facilitando la resolución de potenciales averías y el análisis de la causa de los problemas, mejorando el diagnóstico de averías y reduciendo las averías sin anormalidad.

Descripción funcional:

La herramienta permitirá visualizar en tiempo real y en modo moviola todas las variables y parámetros seleccionados, mediante filtro múltiple de campos (variables, equipos, parámetros, trenes, eventos, y en modo moviola pudiendo añadir fechas, tramo de línea, vía etc.), siendo cada filtro opcional y permitiendo la selección de varios valores. También permitirá una vista de sinópticos.

Se permitirá la creación de eventos particularizados y de alarmas de autodiagnóstico atendiendo determinados condiciones y parámetros, así como de parámetros de evaluación específicamente diseñados para monitorizar el rendimiento de los sistemas., incluyendo la posibilidad de comparativas entre los valores medidos y valores esperados (valores de referencia y umbrales).

Asimismo, permitirá visualizar la comparación entre sistemas y unidades (estados agregados) identificando diferencias significativas y anormalidades funcionales.

Permitirá consultar la evolución de un parámetro elegido a lo largo del trayecto en cada punto kilométrico y en cada vía de la línea seleccionada, y en el tren o trenes que se seleccionen. Deberá garantizarse la exportabilidad de los datos para su análisis.

Para una óptima atención a incidencias, la herramienta asociada a este caso de uso podrá utilizarse simultáneamente y de forma sincronizada con el módulo asociado al pupitre remoto.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

CASO DE USO 5: TENSIONES Y CONSUMOS

Objeto:

Este caso de uso persigue la monitorización de los parámetros relacionados con el consumo tanto en tiempo real como en registros de datos, contribuyendo así a los estudios y ajustes realizados en los centros de tracción.

Descripción funcional:

Esta herramienta permitirá visualizar en tiempo real y en modo moviola, variables y parámetros relacionados con la energía, referenciados al PK de la línea, y pudiendo particularizarse mediante filtros por tren, conjunto de trenes, tramo, etc.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

CASO DE USO 6: SEÑALIZACIÓN EMBARCADA

Objeto:

Este caso de uso persigue la monitorización de los parámetros relacionados con el sistema de señalización embarcada, tanto en tiempo real como en registros de históricos, contribuyendo así de manera proactiva a dar una respuesta temprana a las anomalías observadas durante el servicio y para la toma de decisiones ágiles a la hora de priorizar y programar las actividades de mantenimiento en las instalaciones fijas de señalización.

Descripción funcional:

Esta herramienta permitirá visualizar en tiempo real y en modo moviola, las variables y parámetros del sistema de señalización embarcado, referenciados al PK de la línea, y pudiendo particularizarse mediante filtros por tren, conjunto de trenes, tramo, etc.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

CASO DE USO 7: ESTADÍSTICAS E INFORMES

Objeto:

Este caso de uso persigue disponer y consultar estadísticas parametrizables de la información extraída de los sistemas embarcados así como facilitar la generación de informes resumen, en función de ventanas de tiempo y filtros aplicados.

Descripción funcional:

La herramienta de estadísticas e informes permitirá la representación gráfica, en tablas, generación de informes, caracterización estadística, evolución en el tiempo y exportabilidad de la información de variables seleccionadas.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

CASO DE USO 8: ANALITICAS AVANZADAS

Objeto:

Este caso de uso persigue el análisis avanzado de los datos para el diseño de nuevos algoritmos que optimicen y afiancen la rentabilidad de la herramienta tren digital. Será por tanto el desarrollo fundamental a abarcar para realimentar los otros casos de uso, generar nuevos y garantizar la consecución de los KPI planteados como objetivos del Proyecto.

Descripción funcional:

Este desarrollo de analíticas avanzadas se orientará fundamentalmente a obtener resultados en:

- El análisis de series temporales de variables: análisis de tendencias, reconocimiento de patrones, registro de señales débiles, detección de condiciones anormales o no especificadas, comparación entre valores obtenidos y esperados, comparación entre medidas análogas dentro del vehículo o entre unidades diferentes, función de análisis de autocorrelación entre variables para examinar el efecto de una variable con otra y su relación con las alarmas resultantes.
- Desarrollo de analíticas predictivas para el diagnóstico temprano de averías
- Desarrollo de indicadores de seguimiento de vida real de los componentes
- La aplicación de mantenimiento basado en condición (CBM)
- La mejora del diagnóstico de averías y reducción de las averías sin anomalía
- Identificación y desarrollo de nuevos algoritmos y cuadros de mando.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

CASO DE USO 9: VISTA DE VERSIONES DE PRODUCTOS SW EMBARCADOS

Objeto:

La herramienta permitirá realizar el seguimiento de las versiones de los productos SW cargados en los trenes e identificar cualquier incidencia en las versiones cargadas.

Descripción funcional:

Ofrecerá una representación intuitiva de las versiones de los productos SW cargados en los diferentes equipos de la flota, pudiendo seleccionar la visualización a nivel de flota, tren y equipo.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

CASO DE USO 10: DESCARGA DE REGISTROS

Objeto:

Este caso de uso persigue permitir la descarga de registros de los principales equipamientos embarcados (en bus MVB, RS-485 y LAN) evitando tener que realizarse físicamente desde el tren, agilizando así la obtención de los datos que se puedan precisar para el estudio y diagnóstico de averías.

Descripción funcional:

Los registros descargados incluirán al menos todas las variables incluidas en los registros obtenidos por volcado directo mediante conexión física a los equipos, si bien se valorará que incluyan mayor cantidad de variables hasta todas las variables disponibles en el bus. Deberá estudiarse en la fase de Proyecto la viabilidad de visualización de dichos registros en las aplicaciones existentes de visualización de los registros de cada equipo, o en caso de no ser compatibles los formatos, deberá poder visualizarse a través de la propia herramienta.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

CASO DE USO 11. DISPONIBILIDAD DE ENVÍO DE DATOS EN TIEMPO REAL Y MEDIDA DE COBERTURA EN LÍNEA

Objeto:

Este caso de uso persigue disponer de información relativa al tráfico y disponibilidad de datos en tiempo real, así como a la cobertura a lo largo de la línea, permitiendo detectar incidencias en el sistema, ya sean debidas a fallos puntuales como a situaciones generalizadas independientes del sistema.

Descripción funcional:

La herramienta permitirá visualizar en tiempo real y en modo moviola, la disponibilidad de envío de datos en tiempo real, así como la medida de cobertura a lo largo de la línea, pudiendo aplicar filtros por tren o flota, por tramos de línea y por franja horaria.

Proyecto Instalación y configuración plataforma de tierra Tren Digital. Las actuaciones incluidas en este pliego podrán ser cofinanciadas al 40% con cargo al Programa FEDER 2021-2027 de la Comunidad de Madrid dentro del Objetivo político 1: Una Europa más competitiva e inteligente, promoviendo una transformación económica innovadora e inteligente y una conectividad regional a las tecnologías de la información y de las comunicaciones y el Objetivo específico 1.2: Aprovechamiento de las ventajas de la digitalización para los ciudadanos, las empresas, las organizaciones de investigación y las administraciones públicas.

10. Anexo II Características hardware lote 4

El HW debe permitir la extracción de datos del bus MVB en tiempo real. El tipo de bus MVB podrá ser EMD o ESD+ (dependiendo de la flota a equipar).

El HW deberá ser lo más compacto posible (tipo BoxPC o 1 solo volumen, por decirlo así), evitándose en la medida de lo posible el disponer de “cajas PC” que no incluyan al Gateway MVB.

El equipo deberá disponer de un sistema operativo Linux, de una distribución que proporcione soporte de actualizaciones, no solo de seguridad.

El equipo deberá cumplir las siguientes especificaciones hardware o una evolución de estas en el momento de la adquisición al inicio de los trabajos.

- Procesador Intel® Core i7-6822EQ (o equivalente de similares o superiores prestaciones)
- CPU 2 GHz mínimo
- 8 GB RAM mínimo
- Soporte en el micro para virtualización
- Disco Duro SSD 400 GB mínimo
- Conectores Ethernet M12, DisplayPort, 2 puertos USB, alimentación M12 (110 VDC), puerto GPIO
- Certificado EN 50155
- 3 puertos serie (soporte RS-485)
- Comunicaciones: Ethernet, LTE e IEEE 802.11. PCIe o mPCIe.