ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

DISEÑO, SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PRUEBAS, PUESTA EN SERVICIO, CERTIFICACIÓN, FORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN FERROVIARIA DEL NUEVO RETORNO ALP-XPO

EMPRESA DE TRANSPORTE MASIVO DEL VALLE DE ABURRÁ LIMITADA

GERENCIA DE PLANEACIÓN

ÁREA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN



14 DE OCTUBRE DE 2026

Preparado por

Responsable(s) del Documento	Cargo
Jesús Arturo Torres	Profesional 2 – I+D+i
Carlos Alberto Palacios	Profesional 1 – I+D+i
César Augusto Orozco	Profesional 1 – I+D+i
Jaime Alberto Arango	Profesional 1 – I+D+i
Rubiela María Montoya	Profesional 1 – Ingeniería
Sergio Alejandro Hoyos	Profesional 1 – Ingeniería
Yamile del Pilar Calle	Profesional 1 – Infraestructura (Señalización)
Carlos Andrés Escobar	Profesional 1 – Infraestructura (Señalización)
Lina Maryory Correa	Profesional 1 – Gestión de Ingeniería Operativa

Historia de Cambios

Versión	Estado	Fecha	Autor	Descripción del Cambio
V1.0	Creación	2026-05-14	Equipo Estructurador	Creación del documento
V2.0	Ajuste	2026-10-14	Equipo Estructurador	Precisión redacción Portada, sección 5 (Alcance) y 8 (Garantía) Modificación sección 10 (Formación), 11 (Documentación), 12 (Seguridad y Cibersegurdidad), 15 (Obligaciones del contratista) Ajustes de forma generales del documento

Aprobado por

Nombre	Cargo	Versión Aprobada
Jaime Arango	Jefe Encargado de I+D+i	V2.0
Diana Zapata	Jefe de Ingeniería	V2.0
Jaime Wilches	Jefe de Infraestructura	V2.0

Jesus Arturo Torres Garay (15 oct.. 2026 10:02:37 CDT)

JESÚS TORRES GARAY
Profesional 2 I+D+i
Empresa Metro de Medellín

Jaime Alberto Arango Cano (15 oct.. 2026 10:03:40 CDT)

JAIME ARANGO CANO
Profesional 1 I+D+i
Empresa Metro de Medellín

Cesar Augusto Orozco Agudelo (15 oct.. 2026 10:08:56 CDT)

CESAR OROZCO AGUDELO
Profesional 1 I+D+i
Empresa Metro de Medellín

Sergio Alejandro Hoyos Giraldo (15 oct.. 2026 12:39:04 CDT)

SERGIO HOYOS GIRALDO
Profesional 1 Ingeniería
Empresa Metro de Medellín

Rubiela Montoya Gómez (15 oct.. 2026 10:19:41 CDT)

RUBIELA MONTOYA GÓMEZ
Profesional 1 Ingeniería
Empresa Metro de Medellín

Carlos Andres Escobar Casas (15 oct.. 2026 15:29:40 CDT)

CARLOS ESCOBAR CASAS
Profesional 1 Infraestructura
Empresa Metro de Medellín

Yamile Calle Garcia (15 oct.. 2026 10:41:20 CDT)

YAMILE CALLE GARCÍA
Profesional 1 Infraestructura
Empresa Metro de Medellín

Jaime Alberto Arango Cano (15 oct.. 2026 10:03:40 CDT)

JAIME ARANGO CANO
Jefe Encargado de I+D+i
Empresa Metro de Medellín

Diana Marcela Zapata Muneton (15 oct.. 2026 15:31:59 CDT)

DIANA ZAPATA MUÑETÓN
Jefa de Ingeniería
Empresa Metro de Medellín

Jaime Alberto Wilches Yepes (15 oct.. 2026 15:33:52 CDT)

JAIME WILCHES YEPES
Jefe de Infraestructura
Empresa Metro de Medellín

CONTENIDO

1. Introducción 6
2. Glosario 7
3. Normativa 9
4. Objeto 10
5. Alcance General 10
5.1. Diseño 11
5.1.1. Rail9000 y Falko en Puesto Central de Control (PCC) 14
5.1.2. Cuarto Técnico de Señalización San Antonio (SAA) 14
5.1.3. Vía Férrea 16
5.1.4. Otros 18
5.1.5. Entregables Diseño Básico 20
5.1.6. Entregables Diseño Detallado 20
6. Alcance Específico 20
6.1. Diseño 20
6.2. Suministro 55
6.3. Evaluación Independiente de Seguridad 61
7. Requerimientos Ejecución de Proyectos 61
7.1. Cronograma 61
7.2. Metodología Gestión de Proyectos 67
7.3. Condiciones de Trabajo Especiales en las Instalaciones del Metro de Medellín 69
7.3 Gestión de Activos 70
7.4 Otros 71
8. Garantía Técnica 73
8.1. Prestación del servicio 73
8.2. Recursos y logística 74
8.3. Averías sistemáticas 74

8.4. Responsabilidad económica 75
8.5. Soporte Técnico 75
9. Escalabilidad y Ventana Tecnológica 77
10. Formación y Capacitaciones 77
11. Documentación 80
11.1. Documentación Técnica de Operación y Mantenimiento - Condiciones generales 83
11.2. Documentación Software 84
11.3. Registro Tecnológico 85
12. Seguridad y Ciberseguridad 86
12.1. Requisitos Generales de Seguridad de la Información 86
12.2. Requisitos Específicos para servicios de Desarrollo de Software con personal en sitio o remoto 89
12.3. Requisitos Específicos para la instalación de equipos 93
13. Confidencialidad 94
14. Personal del Contratista 96
14.1. Personal Técnico Mínimo 96
14.2. Personal encargado de los temas de Salud Ocupacional y Seguridad en el Trabajo 98
14.3. Personal encargado de los temas de Gestión Ambiental 98
14.4. Personal encargado de dictar la capacitación 98
14.5. Personal para atención de garantías 99
15. Obligaciones del Contratista 99

1. Introducción

El presente documento describe las características técnicas y funcionales mínimas requeridas para la implementación de un nuevo retorno en la Línea A (ALP-XPO) de la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá.

Línea A es el eje para la operación e integración de la Red Metro, donde en los últimos años con el crecimiento de los usuarios se ha identificado que la zona centro es crucial para dar continuidad de la operación y permitir el transporte de los pasajeros entre las estaciones de integración como lo son SAA (con LB, LT y LJ); IND (Con las líneas de Buses); Acevedo (Con las líneas de cables aéreos LK. LL y LP).

En años anteriores con los eventos externos que afectaron la operación se evidenció que toda actividad que intervenga en la normal operación comercial (ya sea por falla técnica como agentes externos) generan un gran impacto en la movilidad a nivel del Valle de Aburrá.

Por lo anterior desde la Gerencia de Operaciones y Mantenimiento, ser requiere implementar un nuevo retorno en la zona centro que sirva de herramienta para la operación en la atención para los usuarios durante incidencias (internas o externas) que afecten la continuidad del servicio comercial, así como para la atención de eventos de ciudad. Para esto se requiere el contrato para la modificación del sistema de Señalización ferroviaria que incluya los nuevos circuitos de vía que generaría del nuevo retorno y que permita la integración con los circuitos contiguos existentes. Tener presente que la Señalización ferroviaria garantiza que los vehículos ferroviarios de la línea A - B y Patios Bello realizan las marchas o movimientos sobre la vía férrea de manera segura.

El Proponente deberá tener en cuenta que La Empresa es una entidad pública a la cual aplica la normativa prevista para las empresas industriales y comerciales del Estado, es decir, se trata de una entidad pública que, en la materia específica de su contratación, se rige por su propio Manual de Contratación (Resolución de Junta Directiva No. 151 de 2017). Para más información puede consultar la página web www.metrodemedellin.gov.co, de Proveedores y CONTRATISTAS.

2. Glosario

En la Tabla 1 se presenta un glosario de términos relacionado con terminologías y abreviaciones requeridas para la lectura y seguimiento del presente documento.

TÉRMINO/ABREVIACIÓN	DEFINICIÓN
ALC	Armario para la Alimentación de Corriente de los elementos de señalización ferroviaria.
ALP	Estación Alpujarra de la Línea A del Metro de Medellín
ATO	*Automatic Train Operation*. Sistema de operación automática de trenes.
ATP	*Automatic Train Protection*. Sistema de protección automática de trenes que supervisa la circulación y aplica frenado en condiciones inseguras.
CD	*Chromatic Dispersion*. Dispersión cromática; prueba realizada a la fibra óptica para medir la variación de velocidad de propagación de las diferentes longitudes de onda.
EPE	Especificaciones de Planes de Explotación. Documento que define los criterios operativos del sistema ferroviario.
FEC	*Front End de Comunicaciones*. Subsistema encargado de la gestión e interfaz de comunicaciones entre sistemas.
FTGS	Abreviatura alemana para indicar un circuito de vía de audiofrecuencia codificado y alimentado a distancia, fabricado por Siemens. Su función es detectar la presencia de trenes en los tramos de vía y permitir el envío de telegramas LZB/ATP hacia estos.
TCM 100	Track circuite module. Sistema de detección de ocupación de vía
GIU	*Interfaz Gráfica de Usuario*. Sistema visual que permite la interacción del operador con los sistemas de control.
ISA	*Independent Safety Assessment*. Evaluación Independiente de Seguridad aplicada a sistemas ferroviarios.
LA	Línea A del Metro de Medellín.
LB	Línea B del Metro de Medellín.

LZB	(*Linienzugbeeinflussung*, en alemán). Sistema de control continuo de trenes.
MBS820	Técnica de bloque utilizada para la entrega y recepción segura de trenes entre enclavamientos. Sistema de supervisión y control en zona de bloque.
MIS801	Técnica de enclavamiento modular desarrollada por Siemens basada en relés. Corresponde al sistema de supervisión y control en zona de cambiavías.
OTDR	*Optical Time Domain Reflectometer*. Reflectómetro Óptico de Dominio del Tiempo; prueba realizada a la fibra óptica para localizar eventos y atenuaciones.
PCC	Puesto Central de Control. Centro desde el cual se supervisa y controla la operación ferroviaria.
PBE	Patios Bello.
PLO	Puesto Local de Operación. Instalación local para el control y supervisión de equipos de señalización.
PML	Puesto de Mando Local. Puesto desde el cual se realizan maniobras locales sobre el sistema de señalización.
PMD	*Polarization Mode Dispersion*. Dispersión por Modo de Polarización; prueba realizada a la fibra óptica.
PPHPD	Pasajeros por Hora por Sentido. Indicador de capacidad de transporte del sistema.
RAIL9000	Sistema flexible de gestión y control que integra diferentes módulos para la visualización y operación del estado de la vía y de los sistemas ferroviarios mediante indicaciones luminosas, sonoras y textos descriptivos.
SAM	Sistema de Ayuda al Mantenimiento. Herramienta destinada a apoyar las actividades de mantenimiento de los sistemas ferroviarios.
SIL	*Safety Integrity Level*. Nivel de Integridad de Seguridad requerido para funciones de seguridad ferroviaria.
TRC	Torre de Control ubicada de Patio de Bello.
UPS	*Uninterruptible Power Supply*. Sistema de suministro de potencia ininterrumpido que garantiza continuidad eléctrica ante fallas de red.
WESTRACE MKII	Técnica de enclavamiento desarrollada por Siemens basada en procesador, utilizada en la Línea A y Patios Bello. Corresponde al sistema de supervisión y control en zona de cambiavías.

DI	*Digital Input*. Módulo de entradas digitales utilizado en sistemas ATP y enclavamientos para la recepción de estados de campo.
DO	*Digital Output*. Módulo de salidas digitales utilizado en sistemas ATP y enclavamientos para el envío de mandos y señales de control.
EZS	Módulo del sistema TCM100 encargado de la gestión y acondicionamiento de las señales de los circuitos de vía.
FM	*Function Module*. Módulo funcional del sistema ATP destinado a la supervisión, monitoreo y gestión de funciones de protección.
LOM	*Local Output Module*. Módulo de salidas de potencia del enclavamiento Westrace MK2, utilizado para el mando de equipos de vía.
LTM	*Lamp Transformer Module*. Módulo del enclavamiento Westrace MK2 utilizado para la gestión del modo Día/Noche de las señales.
PIM	*Parallel Input Module*. Módulo de entradas paralelas del enclavamiento Westrace MK2 para la recepción de estados de detección y campo.
ROM	*Relay Output Module*. Módulo de salidas del enclavamiento Westrace MK2 utilizado para el mando seguro de señales y equipos auxiliares.
XPO	Estación Exposiciones de la Línea A del Metro de Medellín

Tabla 1. Glosario de Términos

3. Normativa

Las normas que son de obligatorio cumplimiento son las que se listan a continuación en su versión actualizada en el momento de la implementación del retorno ALP-XPO:

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)
- Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP
- RITEL- Reglamento Redes Internas de Telecomunicaciones
- UNE-EN-50126: Demostración de la fiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad.
- UNE-EN-50128: Software para sistemas de control y protección de trenes.
- UNE-EN-50129: Sistemas electrónicos de seguridad para Señalización Ferroviaria.

- Norma Videográfica del Metro de Medellín
- EN-50159 Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Comunicación relacionada con la seguridad en sistemas de transmisión.
- EN-50121 Compatibilidad Electromagnética
- Sobretensiones y sobreintensidades procedentes de fenómenos atmosféricos según norma CI 1140

4. Objeto

Diseño, suministro, instalación, pruebas, puesta en servicio, certificación, formación y documentación de la señalización ferroviaria de un nuevo retorno en LA (ALP-XPO).

5. Alcance General

Diseño, suministro, instalación, pruebas, puesta en servicio, certificación, formación y documentación de la señalización ferroviaria de un nuevo retorno en LA (ALP-XPO), esto incluye modificación de los sistemas de señalización y el sistema de gestión de tráfico rail9000 marca siemens, certificación de seguridad (ISA) capacitación, documentación y garantía.

A continuación, en la Figura 1 se presenta un esquema general de vías férreas que ilustra cómo debe quedar implementado el retorno ALP-XPO.

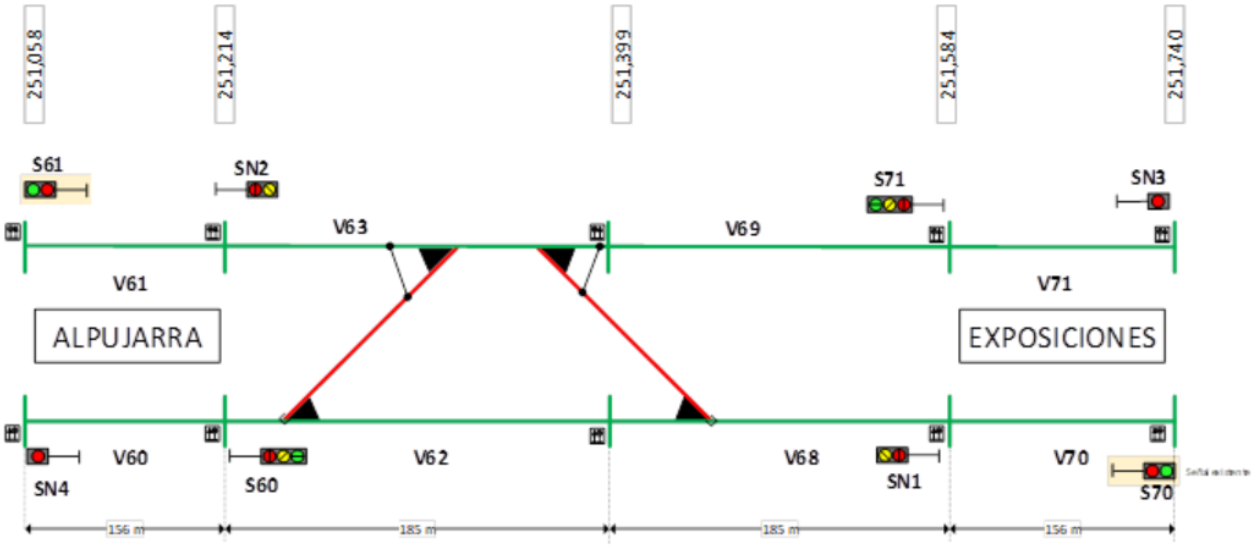


Figura 1. Esquema general Retorno ALP-XPO

Nota: Se destaca que el presente gráfico es de referencia, y queda a consideración y estudio de EL CONTRATISTA identificar si la posición final de los cambiavías (en función de los puntos kilométricos indicados) corresponde con la representación esquemática de vías de la Figura 1.

5.1. Diseño

Para la implementación del sistema de señalización del Retorno ALP-XPO se deberán realizar los diseños asociados a todos los subsistemas, los cuales deberán incluir mínimamente lo indicado en la Tabla 2:

ITEM	AGRUPACIÓN	DESCRIPCIÓN	ALCANCE GENERAL
1	ALCANCE GENERAL	-	Plano de esquema de vías del nuevo retorno ubicado en interestación ALP-XPO (Plano de aislamiento de rieles enclavamiento SAA) incluyendo todos los elementos en vía. Descripción detallada con esquemas y diagramas de las modificaciones del hardware en el cuarto técnico de señalización de los sistemas Westrace MKII, ATP, armarios de energía y TCM100. Descripción detallada con esquemas y diagramas de la modificación del software del Westrace MKII, ATP, TCM100 y SGT Rail9000 y todos sus módulos, incluyendo ajustes del software del simulador con el que cuenta La Empresa.
2	Cuarto Técnico Señalización	Enclavamiento Electrónico WESTRACE MKII	**Hardware:** Módulos a suministrar e implementar. Cableados a suministrar e implementar. **Software:** Lista de programaciones a realizar las cuales deben incluir los itinerarios, plan de explotación, configuración de interfaces, entre otros.
3	Cuarto Técnico Señalización	ATP (Automatic Train Protection)	**Hardware:** Módulos a suministrar e implementar. Cableados a suministrar e implementar. **Software:** Lista de programaciones a realizar las cuales deben incluir los nuevos circuitos de vía, modificaciones a realizar, configuración de interfaces, entre otros.
4	Cuarto Técnico Señalización	Circuitos de Vía (TCM100)	**Hardware:**

			Armario TCM100 con bastidor anclado y con el respectivo aterrizaje a tierra. Módulos a suministrar e implementar. Configuración de los Armarios/Módulos TCM100 y sus interfaces con los demás equipos de señalización. Cableados a realizar. **Software:** Tabla o diagrama con frecuencias utilizadas actualmente. Tabla o diagrama con frecuencias que se utilizaran en la implementación provisional. Tabla de frecuencias final con el proyecto puesto en servicio.
5	Cuarto Técnico Señalización	Armario de energía (ALC)	**Hardware:** Térmicos, guardamotores, contactores, entre otros. Lista con diagramas y planos de las modificaciones que se requieran realizar al armario de energía para el suministro de energía a los equipos a implementar.
6	Cuarto Técnico Señalización	Armario KA y/o Panel de cableados PC	**Hardware:** Debe incluir todas las protecciones para los elementos de la vía (cambiavías, señales, circuitos de vía, etc.). Diseño para la posterior implementación de borneras para nuevos equipos y para los existentes de tal manera que se pueda realizar conexión en el día con los equipos existentes y en la noche con los equipos a probar.
7	Vía Férrea	Cambiavías	Diseño de cableado para los accionamientos de los 4 cambiavías (desde el cuarto técnico a la vía férrea. Debe incluir componentes mecánicos que accionan los cambiavías: soporte para fijación, barras de comprobación larga y corta y barra de tracción. Modificaciones y adaptaciones de ser requeridas en cajas de distribución de cableado de vía férrea.

8	Vía Férrea	Señales	Diseño de cableado para las señales (desde el cuarto técnico a la vía férrea). Diseño mecánico de la fijación de las señales en la pantalla del viaducto. Protecciones eléctricas y su respectivo cable a tierra. **Hardware:** Matriz de led y transformadores y tablero nomenclatura señal. Modificaciones y adaptaciones de ser requeridas en cajas de distribución de cableado de vía férrea.
9	Vía Férrea	Circuitos de vía (cajas y hardware) en vía férrea	Diseño e implementación de cableado para las nuevas cajas con hardware perteneciente a los nuevos circuitos de vía (desde el cuarto técnico a la vía férrea). Diseño mecánico de la fijación de las cajas. Modificaciones y adaptaciones de ser requeridas en cajas de distribución de cableado de vía férrea. Diseño del plano de aislamiento de riel, el cual contiene la frecuencia del circuito de vía, longitud y numeración de cajas, señales, puntos kilométricos, entre otros. **Hardware:** Unidades de sintonización, varistores protección de la caja y unidad conmutación vía, antena en S, zunchos de fijación, entre otros.

Tabla 2. Generalidad Alcance Diseño

EL CONTRATISTA debe presentar un diseño detallado de la implementación del nuevo retorno, el cual debe ser aprobado por LA EMPRESA y los ajustes, observaciones, cambios solicitados deberán ser realizados sin implicar un mayor costo para LA EMPRESA.

En la etapa de diseño El Fabricante debe utilizar una herramienta de software de simulación para realizar simulaciones del nuevo retorno.

5.1.1. Rail9000 y Falko en Puesto Central de Control (PCC)

En el Puesto Central de Control se deben realizar todas las programaciones y configuraciones del retorno Alpujarra – Exposiciones (ALP-XPO), en las herramientas de monitoreo, supervisión y control, así como en las herramientas de planificación, así como se resume en la Tabla 3:

ITEM	AGRUPACIÓN	DESCRIPCIÓN	ALCANCE DISEÑO CANTIDAD
1	PCC	RAIL 9000	• Incluir en el Rail9000 los elementos de vía implementados en campo de tal manera que en el diagrama esquemático de línea A se puedan monitorear, visualizar y controlar de manera “animada”. • Configurar y programar los itinerarios para realizar retorno de los trenes en ALP-XPO. • Implementar la regulación de los trenes por horario e intervalo en el bucle NIQ-Retorno ALP-XPO, STA-retorno ALP-XPO.
2	FALKO	Módulo de Planificación de Horarios	Configurar Falko para realizar programación de trenes en los bucles NIQ-Retorno ALP-XPO, STA-retorno ALP-XPO.

Tabla 3. Generalidad Alcance Sistema de Gestión de Tráfico

5.1.2. Cuarto Técnico de Señalización San Antonio (SAA)

Se debe realizar el suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio de los siguientes apartados descritos en la Tabla 4:

ITEM	AGRUPACIÓN	DESCRIPCIÓN	ALCANCE GENERAL SUMINISTRO, INSTALACION, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO
1	ALCANCE GENERAL	Cuarto Técnico Señalización SAA	• Hardware, módulos, tarjetas, materiales, cables, conectores, contactores, guardamotores, términos y Todos los elementos requeridos en el armario de alimentación de energía para el seguro y correcto funcionamiento del retorno ALP-XPO. • Hardware, módulos, tarjetas, materiales, cables, conectores y elementos requeridos en enclavamiento Westrace para el seguro y correcto funcionamiento del retorno ALP-XPO. • Hardware, módulos, tarjetas, materiales, cables, conectores y elementos requeridos en ATP para el seguro y correcto funcionamiento del retorno ALP-XPO. • Armario y/o gabinete, hardware, materiales, cables, conectores y elementos requeridos en circuitos de vía para el seguro y correcto funcionamiento del retorno ALP-XPO. Lo anterior

			incluye el nuevo armario de TCM100 con su respectivo anclaje y puesta a tierra junto con las modificaciones requeridas en el FTGS. • Incluye cables, materiales, elementos, conectores, bandeja entre gabinetes y armarios y al interior de gabinetes y armarios, requeridos para el seguro y correcto funcionamiento del retorno ALP-XPO. • Modificaciones y/o configuraciones en equipos y software existente de enclavamiento Westrace, ATP, y del nuevo TCM100. requerido para el seguro y correcto funcionamiento del retorno ALP-XPO. (Lo mencionado incluye licencias, drivers y demás elementos de software de requerirse.
2	Cuarto Técnico Señalización	Circuitos de Vía (TCM100 y FTGS)	A grandes rasgos: • Armario de TCM100 (como el suministrado e implementado en Bello, identificado en la Figura 2) con hardware, switches, fuentes, organizadores de cables, cables, materiales y demás elementos requeridos para el seguro y correcto funcionamiento del retorno ALP-XPO. • Ajustes y/o modificaciones requeridas en el FTGS externo para el seguro y correcto funcionamiento del retorno ALP-XPO. • Incluye cableados entre armarios y en el nuevo armario. • Incluye todos los materiales, elementos, conectores, termomagnéticos, requeridos. • Incluye programación, configuración de equipos.

Tabla 4. Generalidad Alcance Cuarto Técnico de Señalización

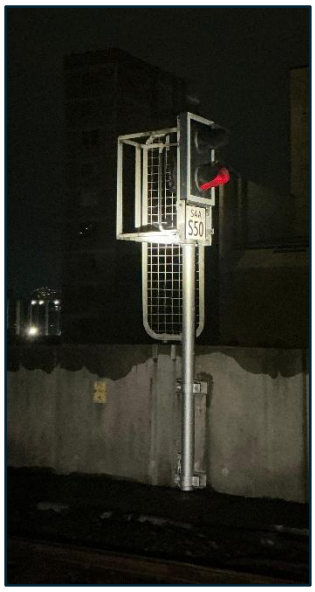


Figura 2. Bastidor o Armario TCM100 del Enclavamiento de Bello

5.1.3. Vía Férrea

Se debe realizar el suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio de los siguientes apartados descritos en la Tabla 5:

ITEM	AGRUPACIÓN	DESCRIPCIÓN	ALCANCE GENERAL SUMINISTRO, INSTALACION, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO
1	ALCANCE GENERAL	VIA FERREA	• Actuadores o accionamiento de cambiavías (hardware, cajas intemperie, etc.), materiales, cables, conectores, elementos eléctricos y mecánicos (barras, tornillos, placa de anclaje, etc.) requeridos para monitorear y

			controlar los cambiavías de forma segura y con un correcto funcionamiento para el retorno ALP-XPO. • Señales LED con su housing intemperie, soporte, lente, mástil (mirar foto), hardware (elementos eléctricos, transformadores, tarjetas electrónicas, materiales, cables, conectores, cables puesta a tierra y elementos requeridos en la via férrea para el seguro y correcto funcionamiento del retorno ALP-XPO.  • Cajas de vía: Resistente a la intemperie, incluyendo unidad de sintonización, módulo de conmutación, varistores de protección (Varistor pararrayo 440Vac/600Vdc, ABB), antenas en forma de S, materiales, cables, conectores, soporte de fijación en vía férrea y elementos requeridos para el seguro y correcto funcionamiento del retorno ALP-XPO. Incluye cables intemperie, cajas intermedias de paso intemperie de cableado, materiales, elementos, conectores, bandeja necesaria, requeridos entre los elementos de campo ubicados en la vía férrea y los armarios o gabinetes en cuarto técnico pasando por la arqueta de cables de señalización. Lo anterior se requiere correctamente instalado de tal manera que se garantice la operación segura y el correcto funcionamiento del retorno ALP-XPO.
2	Vía Férrea	Cambiavías	• Accionamientos de cambiavías en housing intemperie.

			• Cableado para los accionamientos de cambiavías (desde el cuarto técnico al accionamiento en la vía férrea, incluyendo su respectivo cable de puesta a tierra. • Ensamble mecánico (barras y demás elementos) de los accionamientos con el cambiavías incluyendo su placa soporte para fijación.
3	Vía Férrea	Señales	Mirar ítem 1 de la presente tabla
4	Vía Férrea	Circuitos de vía (cajas y hardware) en vía férrea	Mirar ítem 1 de la presente tabla
5	Vía Férrea	Cajas de Distribución	cableado, tubería y bornas de conexión para realizar la alimentación de cada elemento de vía, Accionamiento, señales y circuitos de vía

Tabla 5. Generalidad Alcance Vía Férrea

5.1.4. Otros

- Desmontaje, embalaje y entrega de todos los equipos a sustituir, el lugar destino se coordina previamente con el supervisor del contrato.
- Incluye la documentación técnica (manuales, listados de partes, planos en autocad, protocolos de pruebas, entre otros) en medio físico y digital.
- Incluye formación/capacitación tanto en componente teórico como práctico al personal requerido (mantenimiento, puesta a punto y operación), esta debe abarcar las nuevas configuraciones y/o programaciones de los sistemas. El Contratista deberá entregar la documentación relacionada con la etapa de formación.
- Incluye certificación o caso de seguridad del sistema (ISA) e incluye la elaboración de la documentación requerida para la certificación o caso de seguridad del sistema (ISA).

- **Nota ambiental aclaratoria:** Si durante la instalación de los componentes suministrados dentro del alcance del proyecto se encuentra fauna en la zona de trabajo a intervenir, EL CONTRATISTA suspenderá de inmediato la actividad y notificará el hecho al supervisor del contrato. El supervisor informará al personal del componente ambiental de LA EMPRESA, quien coordinará con la autoridad ambiental competente el procedimiento aplicable según el caso. Una vez resuelta la situación, EL CONTRATISTA podrá reanudar la actividad.

5.1.4.1. Administración de Software y Licencias

- Todo software adquirido para el uso de LA EMPRESA debe estar debidamente licenciado y es responsabilidad del Fabricante entregar la información relacionada con la caracterización del licenciamiento de acuerdo con el formato interno “GSTI-F-004 Registro Licenciamiento”, que debe ser entregado a La Empresa.
- La adquisición de cualquier software diferente a los destinados a soportar la operación y que sea de proveedores especializados, debe tener la aprobación del equipo encargado de la gestión del licenciamiento del software.
- Todos los productos de software que se utilicen deberán contar con su factura y licencia de uso respectiva.
- El Contratista deberá entregar la información del licenciamiento de software que deberá ser almacenado en el Archivo General de LA EMPRESA. Todas las licencias, medios y documentación original del software adquirido, así como de los Sistemas de Información sobre los cuales ejerce los derechos patrimoniales.
- El Contratista deberá mantener el idioma en el cual se encuentran configurados todos los softwares actuales que sufran modificación/reconfiguración/programación producto de la ampliación del sistema de señalización en el presente alcance contractual.

5.1.4.2. Adquisición, Implementación y Mantenimiento del Software

- El Contratista debe registrar la información del software en el formato “GSTI-F-001 Registro Sistemas de Información”.
- El Contratista debe generar la documentación necesaria relacionada con la administración técnica y funcional del sistema previo al recibo a satisfacción.

5.1.4.3. Desarrollo Sistemas de Información

- El Contratista debe entregar la información necesaria para LA EMPRESA asegurar existan los mecanismos adecuados para dar mantenimiento a los Sistemas informáticos implementados que se encuentren en ambiente de producción.
- Todo sistema informático para su puesta en el ambiente de producción, actualizaciones mayores o menores y actividades de mantenimiento preventivo debe pasar por La Empresa antes de ejecutar el cambio respectivo.

- Previamente al recibo a satisfacción, El Contratista deberá realizar un respaldo de los sistemas implementados y el respaldo de la información asociada a los mismos la cual deberá ser entregada al responsable de La Empresa.

5.1.5. Entregables Diseño Básico

Los entregables del componente de diseño básico solicitado en el alcance contractual se enlistan a continuación para trazabilidad:

- Plano preliminar de aislamiento de vías para San Antonio
- Descripción conceptual de la solución
- Definición preliminar de HW/SW y lista de materiales
- Plan de Calidad

5.1.6. Entregables Diseño Detallado

Los entregables del diseño detallado responden a los solicitado en la sección de alcance específico de cada subsistema. El listado específico de entregables de componente de diseño detallado se definirá entre las partes una vez finalizada la etapa de diseño básico.

6. Alcance Específico

6.1. Diseño

6.1.1. Modelo Operativo

En este numeral se indican los requerimientos mínimos de itinerarios con que debe quedar el sistema, tanto a nivel operativo como de planificación, con el objetivo de permitir el establecimiento de mínimamente los itinerarios presentes en la Tabla 6, logrando así garantizar los recorridos de los trenes de forma automática y segura.

Para la comprensión de la descripción de los itinerarios que se relacionarán, se tendrán en cuenta los elementos gráficos de la Figura 3. Esquema general Retorno ALP-XPO:

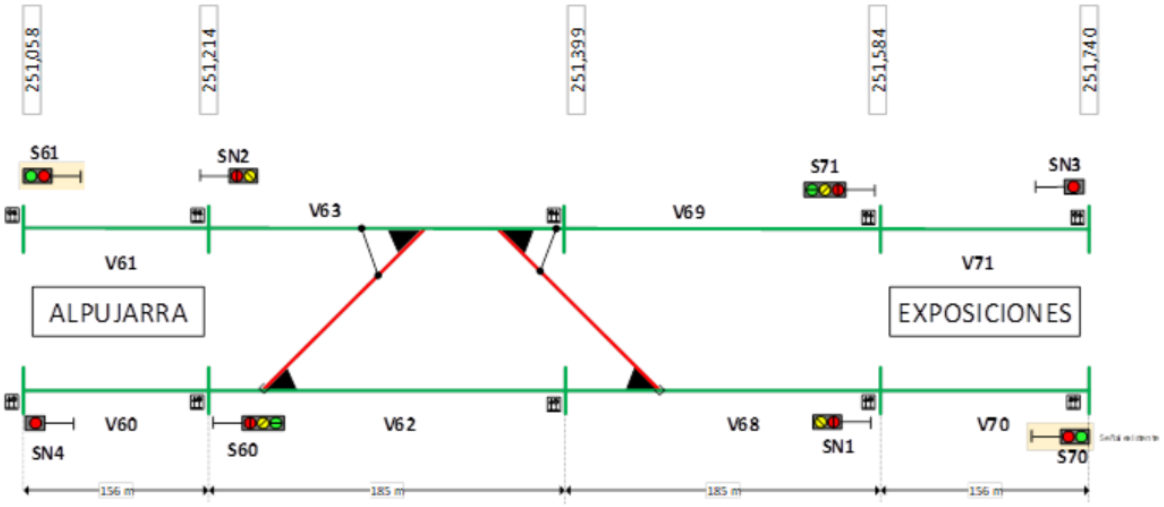


Figura 3. Esquema General Retorno ALP-XPO

NÚMERO ITINERARIO	TIPO DE ITINERARIO	DIRECCIÓN DE LA MARCHA	DE ESTACIÓN A ESTACIÓN	SEÑAL DE ORIGEN	SEÑAL DE DESTINO	ELEMENTOS INVOLUCRADOS EN LA MARCHA	ELEMENTOS PROTECCIÓN DE FLANQUEO
1	Itinerario de Tren	Desde la vía ascendente	Desde ALP A hacía XPO B	S60 SAA	SN3 SAA	C18SAA (-) C17SAA (-) C19SAA (-) SN3SAA (Aspecto Básico) S60SAA (Aspecto Permisivo)	C20SAA (-) SN1SAA (Aspecto Básico) SN2SAA (Aspecto Básico) S71SAA (Aspecto Básico)
2	Itinerario de Tren	Desde la vía descendente	Desde XPO B hacía ALP A	S71 SAA	SN4 SAA	C19SAA (-) C17SAA (-) C18SAA (-) SN4SAA (Aspecto Básico) S71SAA (Aspecto Permisivo)	C20SAA (-) SN1SAA (Aspecto Básico) SN2SAA (Aspecto Básico) S60SAA (Aspecto Básico)
3	Itinerario de Tren	Desde la vía ascendente	Desde XPO A hacía ALP B	SN1 SAA	S61 SAA	C20SAA (+) C19SAA (+) C17SAA (+) S61SAA (Aspecto Básico) SN1SAA (Aspecto Permisivo)	C18SAA (+) S60SAA (Aspecto Básico) S71SAA (Aspecto Básico) SN2SAA

							(Aspecto Básico)
4	Itinerario de Tren	Desde la vía descendente	Desde ALP B hacía XPO A	SN2 SAA	S70 SAA	C17SAA (+) C19SAA (+) C20SAA (+) S70SAA (Aspecto Básico) SN2SAA (Aspecto Permisivo)	C18SAA (+) S60SAA (Aspecto Básico) S71SAA (Aspecto Básico) SN1SAA (Aspecto Básico)
5	Itinerario de Tren	Desde la vía descendente	Desde ALP B hacía XPO B	SN2 SAA	SN3 SAA	C17SAA (+) C19SAA (-) SN3SAA (Aspecto Básico) SN2SAA (Aspecto Permisivo)	C18SAA (+) C20SAA (-)
6	Itinerario de Tren	Desde la vía ascendente	Desde XPO A hacía ALP A	SN1 SAA	SN4 SAA	C20SAA (-) C18SAA (+) SN4SAA (Aspecto Básico) SN1SAA (Aspecto Permisivo)	C19SAA (-) C17SAA (+)

Tabla 6. Tabla de Itinerarios Propuestos para el Retorno ALP-XPO

Cabe anotar, que se definió desde el año 2023 con el equipo de trabajo que se analizó esta nueva propuesta operacional, sólo tener itinerarios de tren por las distancias cortas entre las estaciones y dar seguridad a las marchas con ATP para todos los sentidos de marchas de trenes, tanto en dirección sur como en dirección norte.

6.1.2. Sistema de Gestión de Tráfico RAIL9000

En el sistema de gestión de tráfico se deberán conservar todas las funciones existentes hoy en día y estas se deberán incorporar al retorno ALP-XPO (las que apliquen), entre las cuales se destacan:

6.1.2.1. Funciones de Operación

Interfaz de usuario. Se requiere implementar en el sinóptico del RAIL9000 el retorno de ALP-XPO, es decir, que a través de dicha herramienta se puedan monitorear en tiempo real el estado y el operador pueda tomar acciones oportunas y enviar las órdenes necesarias (comandos para los elementos que aplique) los nuevos cambiavías, señales, circuitos de vía.

El ATS en todas sus capas, se debe configurar para proporcionar al operador las indicaciones de estados, eventos, avisos y alarmas sobre los elementos de campo implementados cumpliendo con la norma videográfica existente.

El IHM (Interfaz hombre-máquina) del ATS (AUTOMATIC TRAIN SUPERVISION) RAIL9000 del fabricante Siemens cuenta con una representación gráfica de la línea y el estado de sus elementos (cambiavías, señales, circuitos de vía, trenes).

El sinóptico consiste en símbolos gráficos que representan los elementos de vía y sus estados con esquema de color asociados a cada estado. Estos colores deben corresponder, de manera exacta, a la Norma Videográfica que se entregue por parte del Fabricante.

El IHM del ATS debe configurarse para que el operador pueda actuar, tal como se hace hoy en día, sobre todas las capas y sobre los elementos de vía.

6.1.2.2. Funciones de Regulación

Se debe realizar la configuración necesaria en el RAIL9000 y Falko, de tal manera que sobre los bucles del retorno ALP-XPO requeridos e implementados dentro del proyecto se realice la regulación de trenes tanto en la línea A. Estas funciones de regulación deben ser implementadas conservando los bucles ya existentes y sin afectar las capacidades de operación actual del sistema.

Además, desde la herramienta de planificación Falko debe ser posible incluir o planificar en los horarios los bucles requeridos y especificados en el presente documento.

Una vez cargados los horarios en los servidores de regulación, los operadores podrán monitorear el correcto funcionamiento de la regulación mediante los módulos software dedicados a la regulación y los IHMs correspondientes, incluyendo los bucles del retorno ALP-XPO.

Se le debe programar al sistema los tipos de maniobras a realizar por los trenes en el retorno ALP-XPO.

Por último, los bucles implementados, se deben poder programar en los horarios, para posteriormente poder realizar los despachos por horarios y la correspondiente regulación por horarios.

Se debe considerar si es recomendado configurar y/o implementar la función de Establecimiento Automático de Rutas (ARS) en el retorno de ALP-XPO.

Otras funciones de regulación que debe analizar la conveniencia de la implementación y su implementación respecto del retorno ALP-XPO son las regulaciones a nivel de enclavamiento:

- Regulación en señal.
- Sucesión automática.
- Mandos automáticos sin parada.
- Modo carrusel.
- Modo Carrusel de fall-back
- Vueltas Automáticas.

6.1.2.3. Módulo planificador (Falko)

En el Falko se deben poder configurar diferentes marchas de trenes al retorno ALP-XPO de modo que se puedan realizar los bucles. Se solicita entregar en medio magnético la simulación de los bucles implementados.

Con relación a la implementación del retorno ALP-XPO, la herramienta Falko debe considerar los siguientes puntos:

a. Entrega de los anillos definidos en el pliego.
b. Visualización en el grafico recorrido - tiempo todas las estaciones, puntualmente el final del recorrido del tren en la estación terminal del bucle.
c. Topología completa y actualizada: números de vías, cambiavías y señales.
d. Todos los carruseles posibles con los nuevos bucles.
e. La numeración de los trenes no debe alterar la planificación de la operación comercial, sea en condiciones normales o ante eventos. Quiere decir que la numeración a usar no debe ser excluyente, independiente del anillo o bucle a usarse, por ejemplo:

   - Se activan los anillos:

   NIQ – XPO A / POB – STA

   En el anillo NIQ – XPO A se usa la numeración de trenes cuatrocientos (400) desde la 401 hasta la 450, mientras, que en el anillo POB – STA se usa la numeración de trenes cuatrocientos (400) desde la 451 hasta la 499.

   - Lo anterior debe cumplirse en los módulos de operación y planificación así:

   1. Al mismo tiempo.
   2. Por tiempo indeterminado.
   3. Activación de regulación por horario o por intervalo para cada anillo, sin excluirse entre los activos
   4. Las marchas deben ajustarse a la planificación.
   5. Los tiempos deben cumplirse.

6. El TrainGraph debe evidenciar los recorridos de ambos anillos.

Todo lo anterior debe estar actualizado en el Manual de Falko a incluir en la entrega del proyecto.

6.1.2.4. Funciones de Mantenimiento

Se debe implementar en la Moviola y en el módulo de mantenimiento del gestor de enclavamiento (IxL Maintenance). el retorno ALP-XPO.

También se debe implementar la modificación que corresponde a la funcionalidad de bloqueo y desbloqueo de sección de catenaria como consecuencia de la energización/des energización de la misma para la sección que se creará en la zona del nuevo retorno ALP – XPO.

También se debe implementar la funcionalidad de tablero de fichas en el retorno de ALP-XPO.

6.1.2.5. Funciones de Interfaz con equipos externos

Se debe revisar si se requieren realizar modificaciones, como consecuencia de la implantación del retorno ALP-XPO:

- **Sistema de información al viajero:** Función de estimación de tiempos para trenes saliendo del retorno ALP-XPO (tiempo estimado de llegada de tren a plataforma) y mensajes de terminación de servicio comercial en estación ALP o XPO, según sea el caso (bucle).
- Clientes o puestos WEB.
- Actualizar Modelo de Intercambio de Datos (publicación de mensajes JMS del modelo Trasmodel) con otros sistemas incluyendo el retorno ALP-XPO.
- Módulo de mantenimiento del gestor de enclavamiento (IxL Maintenance).
- Funciones de Gestión de energía.
- Funciones de Control de Enclavamiento.
- Funciones de Gestión de Material Rodante.
- Funciones del IDO y Calidad de Servicio “SQ”. Informes de calidad, entre otros.

6.1.3. Módulo de Planificación

Teniendo en cuenta que este nuevo retorno intermedio, busca dar versatilidad y conexión de la operación desde el norte o sur de la Línea A ante fallas en el centro

de la línea, los bucles o anillos que se consideran para la programación del Rail9000. En la Tabla 7 y Tabla 8 se presentan los bucles propuestos para operar el Retorno ALP-XPO:

DESDE EL NORTE	Origen	Vía	Destino	Observación
Niquia (NIQ) - Exposiciones (XPO)	Niquía Ascendente	A	Exposiciones-Descendente	En alpujarra ASCENDENTE el sistema posiciona los cambiavías para marchar a Exposiciones Descendente
Niquia (NIQ) - Exposiciones (XPO)	Niquía Ascendente	A	Exposiciones-Ascendente	
Acevedo (ACE) – Exposiciones (XPO)	Acevedo Ascendente	A	Exposiciones Descendente	En alpujarra ASCENDENTE el sistema posiciona los cambiavías para marchar a Exposiciones Descendente
Acevedo (ACE) – Exposiciones (XPO)	Acevedo Ascendente	A	Exposiciones Ascendente	
Caribe (CAR) – Exposiciones (XPO)	Caribe Ascendente	A	Exposiciones Descendente	En alpujarra ASCENDENTE el sistema posiciona los cambiavías para marchar a Exposiciones Descendente
Caribe (CAR) – Exposiciones (XPO)	Caribe Ascendente	A	Exposiciones Ascendente	
Prado (PRA) – Exposiciones (XPO)	Prado Ascendente	A	Exposiciones Descendente	En alpujarra ASCENDENTE el sistema posiciona los cambiavías para marchar a Exposiciones Descendente
Prado (PRA) – Exposiciones (XPO)	Prado Ascendente	A	Exposiciones Ascendente	

Tabla 7. Bucles desde el Norte propuestos Retorno ALP-XPO

DESDE EL SUR	Origen	Vía	Destino	Observación
La Estrella (STA) – Alpujarra (ALP)	La Estrella Descendente	B	Alpujarra Ascendente	En Exposiciones Descendente el sistema posiciona los cambiavías

				para marchar a Alpujarra Ascendente
La Estrella (STA) – Alpujarra (ALP)	La Estrella Descendente	B	Alpujarra Descendente	
Itagüí (ITA) – Alpujarra (ALP)	Itagüí Descendente	B	Alpujarra |Ascendente	En Exposiciones Descendente el sistema posiciona los cambiavías para marchar a Alpujarra Ascendente
Itagüí (ITA) – Alpujarra (ALP)	Itagüí Descendente	B	Alpujarra Descendente	
Poblado (POB) – Alpujarra (ALP)	Poblado Descendente	B	Alpujarra Ascendente	En Exposiciones Descendente el sistema posiciona los cambiavías para marchar a Alpujarra Ascendente
Poblado (POB) – Alpujarra (ALP)	Poblado Descendente	B	Alpujarra Descendente	

Tabla 8. Bucles desde el Sur propuestos Retorno ALP-XPO

a. Estos bucles o anillos deben quedar programados y graficados para:

1. **Modos de regulación:**
   - Modo de regulación por Intervalo
   - Modo de regulación por Horario

2. **Modos de supervisión:**
   - Sin supervisión
   - Regulación con Supervisión en cabeceras
   - Regulación con Supervisión total

b. Se debe dar la programación para la activación de estos bucles en simultánea con otros bucles, debe ser posible desde el Rail9000, por ejemplo:

- **NIQ – XPO A / POB – STA**
- **ACE – XPO B / POB – ITA**
- **NIQ – PRA / STA – ALP A**
- **ACE - PRA / POB – ALP B**

c. La programación debe incluir la interfaz del HMI del SOP para la visualización de la activación de estos bucles o de la combinación de estos con otros. Ver el inciso c.

- **Módulo TrainGraph**

Teniendo en cuenta, los nuevos itinerarios y los posibles bucles con los que se contarían en la Línea A, se deben actualizar el TrainGraph, de manera que se pueda realizar seguimiento a estas marchas, los tiempos y cumplimiento de los recorridos.

- **Módulo de Informes IDO y Calidad de Servicio "SQ"**

Frente a los cambios en la infraestructura con la construcción del nuevo retorno, el IDO y el informe de Calidad de Servicio SQ, debe actualizarse con los datos que se generen de estas posibles marchas, así:

- El sistema debe entregar la información relativa a las vueltas realizadas en el bucle o los bucles activados, así: número de vueltas ejecutadas, intervalo. Esto para el caso de novedades operacionales.
- El sistema debe entregar la cantidad de despachos por hora/sentido ante la activación de estos bucles o bucle, para reconocer la dinámica de la operación con la novedad operativa.
- El sistema debe entregar información de tiempos de paso de trenes o servicios por cada estación, así: hora de llegada a cada estación, hora de salida de cada estación, tiempo de parada real en cada estación, desviación en segundos por tren en cada estación para el bucle o bucles activados.
- El sistema debe entregar un informe que relacione las particularidades del servicio con la novedad operacional, tales como maniobras de inserción y retirada de trenes de los bucles activados.

6.1.4. Simulador de Sistema de Gestión de Tráfico

Es responsabilidad de EL CONTRATISTA realizar los ajustes e incorporaciones ya sean de hardware o software requeridas en el Simulador del Sistema de Gestión de Tráfico de LA EMPRESA para ejecutar mínimamente las mismas funciones con las que actualmente cuenta el simulador, integrando dentro de sus funciones el nuevo retorno ALP-XPO.

6.1.5. Reconfiguración de Circuitos de Vía

En la zona donde se desarrollará el proyecto del retorno Alpujarra (ALP) – Exposiciones (XPO), el sistema de detección de trenes existente se encuentra actualmente implementado mediante circuitos de vía de audiofrecuencia codificada tipo FTGS 917, configurados de acuerdo con la disposición histórica de la

infraestructura de vía, los sentidos de circulación y la lógica de señalización en servicio comercial.

Dicha configuración actual responde a una segmentación de circuitos de vía definida para el sistema FTGS, con longitudes, frecuencias y zonas de detección que no contemplan la nueva geometría operacional asociada a la incorporación del retorno ALP–XPO ni la implantación de circuitos de vía TCM100.

En este contexto, El Contratista debe desarrollar y presentar a LA EMPRESA un diseño completo de reconfiguración y segmentación de los circuitos de vía, considerando la incorporación de los nuevos circuitos TCM100 y asegurando la continuidad, seguridad y coherencia del sistema de detección de trenes durante todas las fases del proyecto (fase con lo existente, fase de transición y fase después de puesta en marcha con la implementación).

El alcance de esta actividad debe incluir, como mínimo, los siguientes requisitos trazables:

- Analizar la disposición actual de los circuitos de vía FTGS 917 existentes en la zona de intervención, identificando límites físicos, longitudes, frecuencias de operación y su relación con los elementos de señalización y enclavamiento.
- Definir la configuración definitiva de los circuitos de vía TCM100 asociados al retorno ALP–XPO, incluyendo la división, creación o ajuste de circuitos de vía existentes, de acuerdo con la nueva condición operativa.
- Definir las longitudes de cada circuito de vía TCM100 y asignar las frecuencias de audio correspondientes, dentro del rango operativo del sistema, garantizando compatibilidad electromagnética y ausencia de interferencias entre circuitos adyacentes.
- Diseñar y actualizar el Plano de Aislamiento de Rieles en su configuración final con la incorporación del nuevo retorno.
- Diseñar la coexistencia temporal entre los circuitos de vía FTGS existentes y los nuevos circuitos TCM100, estableciendo configuraciones actuales, provisionales (en la transición) y definitivas que permitan la ejecución de pruebas y migraciones sin afectación del servicio comercial.
- Definir los cambios requeridos en la infraestructura asociada a la segmentación de circuitos de vía, incluyendo lazos de vía, cajas de conexión de vía, cajas de distribución y cableado de señalización.
- Garantizar que la nueva segmentación de circuitos de vía mantenga la correcta detección de trenes en todos los escenarios operativos, incluyendo condiciones de vía libre, ocupada y fallo, bajo criterios de seguridad ferroviaria.
- Documentar la configuración final de los circuitos de vía TCM100 mediante planos, tablas de frecuencias y longitudes, esquemas de segmentación y diagramas de transición desde la configuración existente.

- Asumir la responsabilidad de realizar, cuando aplique, los estudios técnicos requeridos para la correcta definición de la configuración y segmentación de los circuitos de vía, incluyendo los análisis asociados a la propagación de protección de flanco y distancias de seguridad, garantizando la coherencia con la geometría de vía, los itinerarios operativos y los criterios de seguridad ferroviaria definidos por LA EMPRESA.
- Garantizar la correcta comunicación con los circuitos de vía de las fronteras hacia el sur y norte del retorno a implementar.

Para todo lo anterior LA EMPRESA presenta en el **Anexo 1 – Plano de Aislamiento de Rieles SAA** y en **Anexo 2 – Puntos Kilométricos Accionamientos Retorno** las características de elementos de campo actualmente ubicados en el Enclavamiento de San Antonio A, enclavamiento que tiene bajo su mando el tramo ALP-XPO.

6.1.6. Sistema de Alimentación de Corriente

Actualmente, LA EMPRESA dispone de un Sistema de Alimentación de Corriente (ALC) en operación que suministra energía a los sistemas de señalización existentes. En este contexto, el Contratista debe diseñar e implementar la arquitectura de interfaz entre el Sistema de Alimentación de Corriente (ALC) y la totalidad de los subsistemas de señalización involucrados en el retorno ALP–XPO, incluyendo como mínimo el sistema de detección de trenes TCM100, el enclavamiento electrónico Westrace MK2, el sistema ATP de vía, las señales luminosas y los cambiavías, siendo de su responsabilidad definir, diseñar e implementar las modificaciones, ampliaciones y nuevos circuitos de alimentación requeridos para la incorporación de los nuevos elementos asociados al retorno ALP–XPO, garantizando un suministro eléctrico seguro, confiable, supervisado y coherente con los requisitos de seguridad ferroviaria, conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

El alcance de esta interfaz debe incluir, como mínimo, los siguientes requisitos trazables:

- Diseñar la arquitectura general de alimentación eléctrica de los sistemas de señalización desde el armario de energía ALC, considerando las diferentes fuentes de alimentación disponibles (UPS y alimentación directa por bypass) y su asignación a cada subsistema.
- Definir las tensiones nominales requeridas por cada uno de los sistemas y equipos de señalización, incluyendo alimentaciones en corriente alterna y corriente continua, así como los criterios de segregación y distribución de dichas tensiones.

- Diseñar la distribución, cálculo y dimensionamiento de protecciones de los circuitos de alimentación destinados a los sistemas de señalización, incluyendo interruptores, protecciones contra sobrecorriente y dispositivos de seccionamiento, garantizando coordinación y selectividad.
- SIEMENS revisará y adecuará de ser necesario las potencias en el armario de energía (ALC) de tal manera que la capacidad de dichos elementos tenga la capacidad de suplir la energía de los nuevos elementos que serán instalados dentro del alcance del proyecto.
- Garantizar que se mantenga la supervisión del estado del suministro eléctrico de los sistemas de señalización, incluyendo indicaciones de alimentación por UPS, alimentación directa.
- SIEMENS revisará y adecuará de ser necesario las condiciones de aislamiento de los nuevos elementos que se integrarán dentro del alcance del proyecto.
- Definir las señales de información eléctrica que deben ser puestas a disposición del enclavamiento y de los sistemas de supervisión para la gestión operativa y de seguridad del sistema de señalización.
- Diseñar la interfaz de puesta a tierra funcional y de protección entre los sistemas de señalización y el sistema ALC, garantizando compatibilidad electromagnética y seguridad eléctrica.
- Diseñar la estrategia de alimentación durante las fases de instalación, pruebas, migración y convivencia, garantizando la continuidad del suministro eléctrico tanto a los sistemas existentes como a los nuevos sistemas incorporados, sin afectación del servicio comercial.
- Elaborar el estudio y cálculo de cargas y consumos eléctricos del sistema de señalización, considerando la totalidad de los equipos actualmente alimentados por el sistema ALC y la incorporación de nuevos equipos asociados al retorno ALP–XPO, incluyendo escenarios normales y de respaldo (UPS), con el fin de verificar la capacidad instalada, los márgenes de crecimiento y la necesidad de ajustes o ampliaciones del sistema de alimentación.

En la Tabla 9 se presenta la segregación y consumo actual del sistema de alimentación de corriente que suministra los equipos del sistema de señalización de San Antonio A. Es responsabilidad de EL CONTRATISTA realizar la validación de la información suministrada por LA EMPRESA y reformular, plantar y desarrollar cualquier modificación requerida para llevar a cabo la alimentación de todos los elementos necesario para el Retorno.

Para todo lo anterior LA EMPRESA presenta en el **Anexo 3 – Diagramas Eléctricos de Detalle ALC - SAA** en donde se detallan los circuitos, cargas y equipos alimentados a través del ALC del cuarto técnico de San Antonio.

Fuente Alimentacion	Circuitos/Dispositivos	San Antonio	
		Circuitos	Consumo
220VAC T1	Westrace	6(3x2)	514
	Reserva Westrace 6A	2	0
	ATP	4(2x2)	670
	Rack Comunicación	4(2x2)	1000
	ATS	2(1x2)	1482
	Ventilacion Gabinete	6	540
	Reserva 4A	3	0
	Reserva 10A	1	0
	220VAC AUX.	5	300
	Fuente 60V ATP	1	120
	Total consumo (VA)	**4626**	
400VAC T3	MOD. Motores	1	4000
	Reserva 10A	1	0
	Total consumo (VA)	**4000**	
110VAC T2	Modulo Señales	2(1x2)	532
	Reserva 16A	2	0
	Total consumo (VA)	**532**	
220VAC T4	Circuitos Via FTGS	3(2 Bornas)	3060
	Total consumo (VA)	**3060**	
50 VDC PW.1	AUX	10	50
	Reserva 4A (Conector CV)	1	0
	MOD. Motores	1	20
	Reserva 4A	3	0
	50VDC - FTGS	2	10
	Det Presencia Tensión	1	5
	Total consumo (VA)	**85**	
208 VAC	Cuarto F.O	1	200
	Total consumo (VA)	**200**	
Total Carga para el Enclavamiento		**12503**	

Tabla 9. Consumo Actual - ALC San Antonio A

- Diseñar y documentar el diagrama unifilar del Sistema de Alimentación de Corriente (ALC) y los diagramas eléctricos de detalle asociados, incorporando todos los sistemas de señalización, sus puntos de conexión, protecciones, seccionamientos, fuentes de respaldo y esquemas de puesta a tierra, garantizando coherencia entre el diseño eléctrico, el estudio de cargas y la arquitectura general del sistema de señalización.
- Diseñar y dimensionar el cableado de los circuitos de alimentación de los sistemas de señalización, incluyendo la selección de calibres, tipos de conductor, aislamiento y métodos de instalación, conforme a los requisitos establecidos en la norma NTC 2050, considerando criterios de capacidad de

corriente, caída de tensión, condiciones ambientales y coordinación con las protecciones eléctricas.

6.1.7. Sistema de Detección de Trenes – TCM100

En la etapa de diseño del retorno ALP–XPO, El Contratista debe desarrollar el diseño integral del sistema de detección de trenes mediante circuitos de vía TCM100, con un nivel de integridad de seguridad SIL4, garantizando su correcta integración funcional, eléctrica y de seguridad con el enclavamiento electrónico Westrace MK2, ATP, SGT, Rail9000, ALC, elementos de campo y todos aquellos sistemas que conforman la señalización del retorno ALP-XPO teniendo en cuenta la infraestructura ferroviaria ya presente, conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

El alcance de diseño deberá incluir, como mínimo, los siguientes ítems trazables:

6.1.7.1. Bastidor TCM100

El Contratista debe diseñar el bastidor del sistema TCM100 que alojará los equipos de detección de trenes, garantizando una disposición mecánica, eléctrica y funcional ordenada, segura y mantenible, conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

El diseño del bastidor TCM100 debe considerar, como mínimo, los siguientes requisitos trazables:

- Definir la disposición física de los subgrupos de módulos TCM100 dentro del bastidor, incluyendo módulos de proceso, fuentes de alimentación, módulos de comunicaciones y elementos auxiliares, asegurando accesibilidad frontal para operación y mantenimiento.
- Diseñar la distribución funcional del bastidor, garantizando una segregación adecuada entre alimentación, procesamiento y señalización.
- Diseñar los anclajes físicos y su respectiva puesta a tierra del bastidor.
- Definir la ubicación e integración de las borneras de conexión, asegurando una correcta transición entre el cableado de campo, el cableado interno del bastidor y los módulos TCM100.
- Diseñar la disposición de conectores y mangueras de interconexión, garantizando orden, identificación y facilidad de desmontaje.
- Diseñar la integración de las fuentes de alimentación del bastidor, considerando la alimentación en corriente alterna, la conversión a tensiones requeridas y la distribución interna hacia los módulos TCM100.

- Definir criterios de rotulación, identificación y codificación de cables, borneras, módulos y conectores, coherentes con los estándares de señalización de LA EMPRESA.
- Diseñar y definir la ubicación del bastidor al interior del cuarto técnico de San Antonio considerando ventilación, disipación térmica y espacio disponible, para la adecuada conexión del cableado y el crecimiento o futuras ampliaciones. En la Figura 4 se presenta la vista en planta de la disposición actual de los equipos del cuarto técnico de San Antonio A junto con su trazado de bandejas de cableado identificadas en color rosado. Es responsabilidad del contratista validar que la disposición presentada en la Figura 4 sea consistente con la disposición real del equipamiento en sitio.
- Realizar la configuración de cada TCM100, y garantizar su monitoreo desde el aplicativo TCM100, permitiendo facilitar las funciones de mantenimiento, seguimiento y demás actividades operativas.

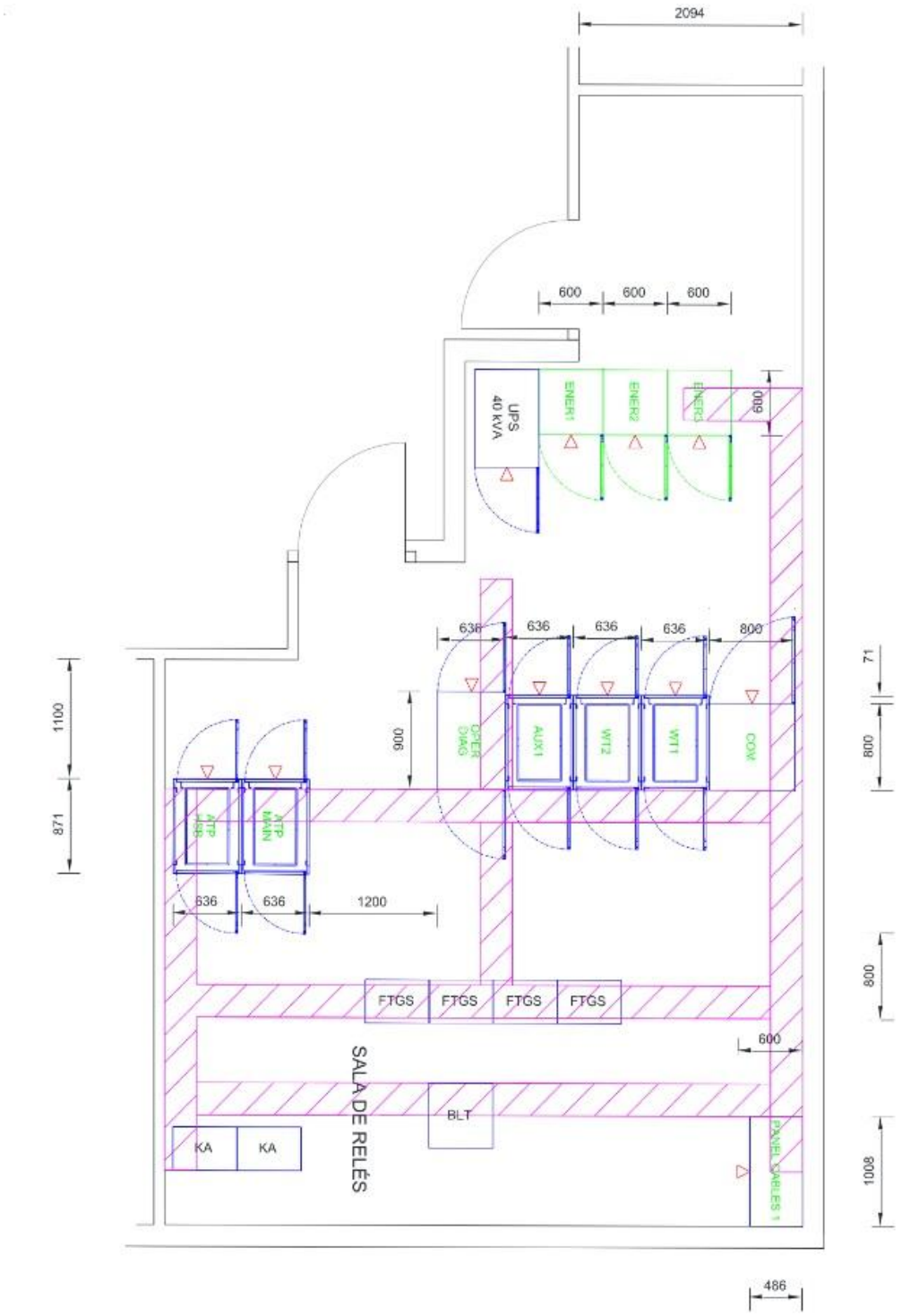


Figura 4. Distribución Equipos y Bandejas - Cuarto Técnico SAA

- Garantizar que el diseño del bastidor facilite la ejecución de pruebas, inspecciones y actividades de mantenimiento, minimizando riesgos de error humano durante intervención.
- Diseñar el sistema de puesta a tierra de los gabinetes TCM100 y de los elementos asociados en vía.
- Garantizar la compatibilidad del sistema de tierras con los criterios de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética ferroviaria.

6.1.7.2. Interfaz TCM100 – Enclavamiento Westrace MK2

El Contratista debe diseñar e implementar la arquitectura de interfaz entre los circuitos de vía TCM100 y el enclavamiento electrónico Westrace MK2, garantizando una detección segura, coherente y compatible con la lógica de señalización existente, conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

El alcance de esta interfaz debe incluir, como mínimo, los siguientes requisitos trazables:

- Definir el esquema general de conexionado entre cada circuito de vía TCM100 y el enclavamiento Westrace MK2, considerando la detección de ocupación mediante contactos eléctricos asociados a los relés internos del TCM100, describiendo el detalle de los contactos empleados entre cada uno de los módulos.
- Diseñar la interfaz física y eléctrica entre los gabinetes TCM100 y el armario de enclavamiento Westrace MK2, incluyendo el uso de módulos de entradas paralelas PIM 50 Vdc del enclavamiento.
- Diseñar la detección de ocupación de los circuitos de vía mediante señales antivalentes, garantizando que el enclavamiento reciba al menos dos informaciones eléctricamente independientes por cada circuito de vía.
- Definir y documentar la configuración del TCM100 con la variable TVD_Mode = 0. La Tabla 10 presenta la configuración actual de la determinación del estado de operación de los circuitos de vía TCM100 en interfaz con el enclavamiento Westrace MK2, habilitando la comprobación de fallas por antivalencia y la detección segura de los estados Libre, Ocupado y Fallo. De utilizarse otro diseño, este deberá ser igual de seguro y deberá ser aprobado por LA EMPRESA.

	Relé-1A	Relé-1B	Relé-2B	Estado de operación
TVD_Mode = 0	0	0	0	Fallo
	0	1	0	Ocupado
	1	0	1	Libre

Tabla 10. Definición estado de operación Variable TVD_Mode=0

- Diseñar el cableado de señales entre el TCM100 y el enclavamiento, incluyendo conectores, borneras, mangueras, puentes eléctricos, puntos de terminación y demás elementos necesarios en los bastidores terminales de cables (KA).
- Definir la asignación de bornes, polaridades y referencias de tensión asociadas a la alimentación de 50 VDC utilizada para la detección de vía en el enclavamiento.
- Diseñar la lógica de interpretación de estados en el enclavamiento Westrace MK2, garantizando que condiciones no coherentes o pérdidas de señal sean interpretadas como estado de fallo seguro.
- Definir y documentar los mnemónicos de software y hardware asociados a cada circuito de vía TCM100 en el enclavamiento, asegurando coherencia con la base de datos de señalización existente.
- Diseñar la estrategia de conexión que permita la convivencia temporal entre el sistema de detección existente y el sistema TCM100 durante las fases de prueba y migración, sin afectación del servicio comercial.
- El diseño debe incluir que el suministro de potencia eléctrica existente soporte la incorporación de todos los módulos requeridos del sistema TCM100. En caso tal que la infraestructura tecnológica presente no esté en capacidad de asumir la carga de los nuevos módulos incorporados, es responsabilidad del contratista, agregar, adecuar y garantizar el suministro de todos los módulos del nuevo sistema sin afectar ni degradar los sistemas ya presentes hoy en día en el enclavamiento.
- El diseño debe incluir todas las adecuaciones, instalaciones o modificaciones que sean necesarias realizar a nivel físico, eléctrico, mecánico, electrónico y de programación de software, que sean necesarias para la instalación, operación y correcto funcionamiento de los elementos a instalar y su integración con los equipos y sistemas existentes, todos los elementos y actividades que deban ser realizadas para este fin están a cargo y son responsabilidad del contratista.
- Cableado entre el gabinete TCM100 y el enclavamiento y cableado interno en ambos gabinetes o racks. Se debe incluir los materiales y elementos que permitan realizar la estrategia de permitir la convivencia del sistema actual y

el nuevo en el enclavamiento, dado que, el sistema actual deberá permanecer prestando el servicio a la señalización mientras se está prestando servicio comercial a los usuarios, pero el nuevo sistema (TCM100) se deberá poder conectar, para realizar pruebas nocturnas con el enclavamiento previamente a la puesta en servicio definitiva.

- El licenciamiento del software deber ser a perpetuidad con documentación en la cual conste que este licenciamiento es propiedad de La Empresa.
- Se debe suministrar, instalar, programar, probar y poner en servicio las tarjetas y o módulos electrónicos (y sus respectivas licencias de software, de requerirse), elementos, materiales, cableado y todo lo que se requiera para poner en servicio el retorno ALP-XPO.

6.1.7.3. Interfaz TCM100 – WATP

El Contratista debe diseñar e implementar la arquitectura de interfaz entre el sistema de Protección Automática de Trenes de vía (ATP – WATP) y los circuitos de vía TCM100, conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

El alcance de esta interfaz debe incluir, como mínimo, los siguientes requisitos trazables:

- Diseñar la arquitectura general entre el WATP y el nuevo TCM100, considerando el intercambio de señales digitales discretas y telegramas de comandos de movimiento. Esta arquitectura debe mínimamente mantener los niveles de redundancia y disponibilidad de la arquitectura actual.
- Diseñar la interfaz física, eléctrica y lógica entre los módulos del WATP (DO, DI y FM) y el módulo EZS del TCM100, mediante conectores tipo DBZ.
- Diseñar las salidas digitales del WATP hacia el TCM100 para el comando del sentido de alimentación de los circuitos de vía, mediante las señales Ri1 y Ri2, incluyendo la lógica de estados permitidos y no permitidos.
- Diseñar las entradas digitales del WATP provenientes del TCM100 para la confirmación del sentido de alimentación (Ri1-Q y Ri2-Q) y para la detección del estado de ocupación de los circuitos de vía.
- La Tabla 11 presenta un cuadro resumen con las salidas digitales provenientes del TCM100 hacia el WATP actualmente implementado en otros enclavamientos del sistema de señalización de LA EMPRESA, de igual forma, para el caso de la implementación del retorno ALP-XPO se deberá diseñar y definir específicamente las salidas, niveles de voltaje, nivel lógico y descripción explícita de las señales intercambiadas entre el sistema TCM100 y el WATP.

Salida	Nivel de voltaje DI	Nivel lógico	Descripción
S-AUS-Q	0V* (Activado)	0	Confirmación de desconexión del transmisor. (No se usa para esta aplicación)
	24V* (Desactivado)	1	
Ri1-Q	0V* (Activado)	0	Confirmación de activación de la dirección de alimentación A
	24V* (Desactivado)	1	
RI2-Q	0V* (Activado)	0	Confirmación de activación de la dirección de alimentación B
	24V* (Desactivado)	1	
BL1	0V* (cdv libre)	0	Circuito de vía ocupado
	24V*(cdv ocupado)	1	
BL2	0V* (cdv ocupado)	0	Circuito de vía libre
	24V* (cdv libre)	1	

Tabla 11. Salidas Digitales TCM100 Hacía DI WATP

- Diseñar la detección de ocupación de vía mediante señales antivalentes BL1 y BL2, garantizando que estados no coherentes sean interpretados como condición de fallo y generen un estado seguro.
- Diseñar el cableado y la disposición de las entradas BL1 (ocupado) y BL2 (libre) en los módulos DI del WATP, respetando la asignación de canales y grupos requerida para la detección por antivalencia.
- Diseñar la interfaz de telegramas entre el módulo FM del WATP y el TCM100, considerando transmisión a 207 baudios y señales tipo PNP High Speed Boolean. Las entradas de los telegramas se conectarán directamente de los módulos FM del WATP al módulo EZS del TCM100 a través del conector DBZ. La generación y transmisión de telegramas debe ser acorde a la estructura de comandos de movimiento de LA EMPRESA.
- Definir explícitamente las señales y funcionalidades del interfaz que no serán utilizadas en el proyecto del retorno ALP–XPO, tales como la desconexión de emisor (S-AUS), dejando su estado documentado.
- Cableado entre el gabinete TCM100 y rack de ATP y cableado interno en ambos gabinetes o racks. Se debe incluir conectores hembra y macho para e cableado en el gabinete TCM100. Además, se debe incluir los materiales y elementos para que el CONTRATISTA diseñe un sistema que permita la conmutación segura del sistema actual o lo nuevo; estrategia de permitirá la convivencia del sistema actual y el nuevo, dado que, el sistema actual deberá permanecer prestando el servicio a la señalización en operación comercial, pero el nuevo sistema (TCM100) se deberá poder conectar, para realizar pruebas nocturnas con el ATP previamente a la puesta en servicio definitiva. En este numeral, se debe revisar en el ATP si las fuentes existentes soportan la carga del nuevo equipamiento y en caso de no soportar la carga se deberá realizar el diseño e implementar la solución (suministro, instalación, pruebas). Por último, se debe implementar en el diseño el ajuste que debe ser realizado en el software de ATP.

6.1.7.4. Interfaz TCM100 – Elementos de Campo

El Contratista debe diseñar e implementar la arquitectura de interfaz entre el sistema de detección de trenes TCM100, armario KA, armario PC y los elementos de campo asociados a la vía, garantizando una correcta transmisión, recepción y conmutación de señales de audiofrecuencia, así como la mantenibilidad y seguridad del sistema, conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

6.1.7.4.1. Cajas de Sintonización (Trackside box)

El Contratista debe:

- Diseñar la configuración y ubicación de las cajas de sintonización y conmutación de vía asociadas a los circuitos TCM100, considerando su integración con la segmentación definida y la convivencia con circuitos FTGS existentes.
- Definir los elementos internos de sintonización, conmutación y protección requeridos para la correcta operación de los circuitos de vía, garantizando estabilidad de frecuencia y selectividad.
- Diseñar los estados de operación normal, provisional y definitivo de las cajas de sintonización durante las fases de instalación, pruebas y migración.
- Garantizar que el diseño facilite labores de prueba, ajuste y mantenimiento sin afectación del servicio comercial.
- Definir el cableado de señalización nuevo, incluyendo tipo de cable, número de hilos, calibres, longitudes, rutas y puntos de terminación.

6.1.7.4.2. Lazos de Transmisión/Recepción

El Contratista debe:

- Diseñar la disposición, geometría y ubicación de los lazos de emisión y recepción asociados a cada circuito de vía TCM100.
- Definir las características eléctricas y constructivas de los lazos, garantizando compatibilidad electromagnética y correcta transmisión de la señal de audiofrecuencia.
- Garantizar la correcta identificación y documentación de los lazos de vía en planos y esquemas de señalización.

6.1.7.4.3. Armario KA

El Contratista debe:

- Diseñar la interfaz eléctrica y funcional entre los circuitos de vía TCM100, las cajas de sintonización y los gabinetes TCM100 a través de los armarios KA.
- Definir la asignación de bornes, puentes temporales y definitivos, así como la organización interna del armario KA para los circuitos TCM100.
- Diseñar criterios de rotulación, identificación y segregación de circuitos dentro del armario KA, garantizando trazabilidad y facilidad de mantenimiento.
- Garantizar que las modificaciones en los armarios KA permitan la convivencia con el sistema existente y la ejecución segura de pruebas y migraciones.
- Dimensionar las protecciones requeridas de cada circuito interfaz entre el bastidor KA y los equipos que componen el sistema TCM100 tanto al interior como al exterior del cuarto técnico.

6.1.7.4.4. Armario de Panel de Cables

El Contratista debe emplear el **Armario de Panel de Cables (PC)** como elemento de interconexión entre los equipos de campo del sistema de señalización y los equipos ubicados en el cuarto técnico, garantizando una gestión ordenada, segura y trazable del cableado de señalización, conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

El alcance del diseño del Armario de Panel de Cables debe incluir, como mínimo, los siguientes requisitos trazables:

- Verificar si la ubicación del Panel de Cables dentro del cuarto técnico de San Antonio A es adecuada para la interconexión de los nuevos equipos del retorno ALP-XPO, considerando accesibilidad, condiciones ambientales, rutas de cableado y su integración funcional con los armarios KA. En caso tal que la ubicación actual no sea adecuada, será responsabilidad de EL CONTRATISTA determinar la nueva ubicación y realizar su reubicación física considerando todas las conexiones presentes hoy en día.
- De igual forma, es responsabilidad del EL CONTRATISTA validar si el Armario de Panel de Cables actual cuenta con disponibilidad para la incorporación de las nuevas conexiones requeridas para la implementación del Retorno ALP-XPO. En caso tal que no cuente con disponibilidad, EL CONTRATISTA debe diseñar un Armario de Panel de Cables adicional para cumplir sus funciones.
- Diseñar la estructura mecánica del Panel de Cables, garantizando una fijación segura a pared y piso, adecuada resistencia mecánica y compatibilidad con el peso y volumen del cableado de señalización a interconectar.

- Definir la disposición y organización de los bloques de terminales (bornas), garantizando la correcta terminación de los cables de campo y de cabina, así como la posibilidad de seccionamiento de circuitos para labores de prueba, diagnóstico y mantenimiento.
- Diseñar la integración de carriles DIN, canaletas, perfiles ranurados y elementos de organización de cables, asegurando una gestión ordenada del cableado y evitando esfuerzos mecánicos indebidos sobre conductores, bornas y conectores.
- Definir la segregación física y funcional de los diferentes servicios de señalización dentro del Panel de Cables, garantizando trazabilidad, claridad operativa y minimización de riesgos de interferencia entre circuitos.
- Diseñar el sistema de puesta a tierra propio del Panel de Cables, incluyendo barra de tierra, conexiones equipotenciales y su integración con el sistema general de puesta a tierra de señalización.
- Diseñar la incorporación de dispositivos de protección como descargadores (supresores de sobretensiones) en los circuitos que lo requieran, garantizando la protección de los equipos de señalización frente a perturbaciones eléctricas provenientes de la vía.
- Entre el gabinete TCM100 y rack de cableado de cajas FTGS que vienen de la vía (panel de cables) y cableado interno en el gabinete TCM100. Se debe incluir conectores hembra y macho para el cableado en el gabinete TCM100 y además se debe incluir los materiales y elementos que permitan realizar la estrategia de permitir la convivencia del sistema actual y el nuevo, dado que, el sistema actual deberá funcionar prestando el servicio a la señalización en servicio comercial pero el nuevo sistema (TCM100) se deberá poder conectar, para realizar pruebas nocturnas previamente a la puesta en servicio definitiva del retorno ALP-XPO.

6.1.8. Sistema de Enclavamiento Westrace MK2

En la etapa de diseño del retorno Alpujarra (ALP) – Exposiciones (XPO), **El Contratista debe** desarrollar el diseño integral de la ampliación del actual sistema de enclavamiento electrónico Westrace MK2, garantizando su correcta integración funcional, lógica, eléctrica y de seguridad con los sistemas de detección de trenes, ATP, señales y cambiavías, conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

El alcance de diseño del sistema de enclavamiento Westrace MK2 debe incluir, como mínimo, los siguientes ítems trazables:

- Analizar la configuración actual del enclavamiento Westrace MK2 asociada a la zona de influencia del retorno ALP–XPO, identificando la lógica existente, los itinerarios en servicio, las dependencias de seguridad y las interfaces activas con otros sistemas de señalización.

- Diseñar las modificaciones y ampliaciones de la lógica de enclavamiento requeridas para la incorporación del retorno ALP–XPO, incluyendo nuevos itinerarios, condiciones de protección, enclavamientos lógicos y dependencias de seguridad asociadas.
- Diseñar la arquitectura de hardware del enclavamiento Westrace MK2, considerando la incorporación, redistribución o ampliación de módulos de entradas, salidas y potencia necesarios para soportar los nuevos elementos de campo.
- Definir la asignación de entradas y salidas del enclavamiento asociadas a los nuevos circuitos de vía, señales y cambiavías, garantizando segregación funcional, trazabilidad y cumplimiento de principios de seguridad ferroviaria.
- Diseñar la integración del enclavamiento Westrace MK2 con el sistema ATP de vía, asegurando la coherencia entre la lógica de enclavamiento, la presentación de señales y las condiciones de protección supervisadas por el ATP.
- Diseñar la integración del enclavamiento Westrace MK2 con el Sistema de Alimentación de Corriente (ALC), garantizando la correcta alimentación, supervisión eléctrica y gestión de estados de energía del sistema.
- Definir los criterios de gestión de estados normales, degradados y de fallo del enclavamiento, asegurando que cualquier condición no conforme conduzca al establecimiento de estados seguros.
- Diseñar la estrategia de pruebas del enclavamiento Westrace MK2 asociadas al retorno ALP–XPO, incluyendo pruebas de lógica, pruebas de seguridad, pruebas de integración con sistemas externos y pruebas en condiciones degradadas.
- Documentar la lógica de enclavamiento, las tablas de itinerarios, incompatibilidades, dependencias y análisis de seguridad de cada itinerario y los mnemónicos asociados a los nuevos elementos del retorno ALP–XPO, garantizando coherencia con la base de datos de señalización existente.

6.1.8.1. Interfaz Westrace MK2 – WATP

El Contratista debe diseñar e implementar la arquitectura de interfaz entre el enclavamiento electrónico Westrace MK2 y el sistema de Protección Automática de Trenes de vía (ATP – WATP) para el tramo asociado al retorno ALP-XPO, garantizando la coherencia funcional entre la lógica de enclavamiento, la supervisión de la ocupación de vía, la protección de movimientos y la operación segura del sistema ferroviario, conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

El alcance de esta interfaz debe incluir, como mínimo, los siguientes requisitos trazables:

- Diseñar la arquitectura (Lógica, Física y de Red) de intercambio de informaciones de seguridad entre el enclavamiento Westrace MK2 y el sistema ATP de vía, especificando claramente qué estados son generados por el enclavamiento y cuáles son recibidos desde el ATP.
- Diseñar la provisión, por parte del enclavamiento Westrace MK2, de las informaciones de ocupación de vía, liberación de secciones y estados de itinerarios requeridas por el sistema ATP para la supervisión de la circulación.
- Diseñar la provisión, por parte del enclavamiento Westrace MK2, de las informaciones de estado de señales y condiciones de protección asociadas a la autorización o restricción de movimientos supervisados por el ATP.
- Diseñar la recepción, por parte del enclavamiento Westrace MK2, de las informaciones provenientes del sistema ATP relacionadas con la activación de protecciones, restricciones de movimiento, inhibiciones y condiciones que impacten la habilitación de señales y cambiavías.
- Definir la arquitectura de entradas y salidas de seguridad utilizadas para la interfaz Westrace MK2 – ATP, especificando tipos de señales, niveles eléctricos y principios de seguridad aplicables, incluyendo la gestión de estados antivalentes cuando corresponda.
- Diseñar la lógica de sincronización funcional entre el enclavamiento y el sistema ATP, garantizando la correcta secuencia temporal entre establecimiento de itinerarios, presentación de señales y habilitación de supervisión ATP.
- Diseñar el tratamiento de estados degradados y de fallo en la interfaz Westrace MK2 – ATP, asegurando que pérdidas de información, incoherencias lógicas o fallos de comunicación conduzcan al establecimiento de estados seguros en ambos sistemas.
- Definir y documentar los mnemónicos, identificadores lógicos y referencias cruzadas entre la base de datos del enclavamiento Westrace MK2 y la configuración del sistema ATP, garantizando trazabilidad entre lógica de enclavamiento, lógica ATP y documentación de señalización.
- Diseñar la estrategia de pruebas específicas de la interfaz Westrace MK2 – ATP, incluyendo pruebas funcionales, pruebas de seguridad y pruebas en condiciones normales y degradadas, a ejecutar durante las fases de prueba, puesta a punto y puesta en servicio del retorno ALP–XPO.

6.1.8.2. Interfaz Westrace MK2 – Elementos de Campo

6.1.8.2.1. Accionamientos Cambiavías

El Contratista debe diseñar e implementar la arquitectura de interfaz entre el enclavamiento electrónico Westrace MK2 y los cambiavías del retorno ALP–XPO, garantizando el mando, la comprobación y la supervisión segura de los desvíos, conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

El alcance de esta interfaz debe incluir, como mínimo, los siguientes requisitos trazables:

- Diseñar la arquitectura general de interfaz entre el enclavamiento Westrace MK2 y los cambiavías, considerando el uso de equipos intermedios de control de desvíos que permitan la adaptación entre las señales lógicas del enclavamiento y las señales de potencia requeridas por los motores de los cambiavías. Esta arquitectura debe mínimamente mantener los niveles de redundancia y disponibilidad de la arquitectura actual.
- Definir la interfaz eléctrica entre los módulos de entradas (PIM50) y salidas (ROM50) del enclavamiento Westrace MK2 y los equipos de control de desvíos (ECDT y MCDT), garantizando la correcta transmisión de mandos de movimiento y la recepción de las informaciones de comprobación de posición y estado.
- Diseñar los mandos del enclavamiento hacia los cambiavías a través de la salida ROM50 para las posiciones Normal e Invertida, asegurando que dichos mandos se ejecuten únicamente cuando las condiciones de seguridad y de itinerario estén satisfechas. A continuación, en la Tabla 12 se presentan los comandos y estados lógicos para la posición Normal e Invertida:

Mnemónico SW	Mnemónico HW	DESCRIPCIÓN	Status Energía	Bit Status	De Seguridad (SI/NO)
MCN.CV*n*	MCN.CV*n*	No Mover Cambiavías a Posición Normal	No Energizado	0	Sí
		Mover Cambiavías a Posición Normal	Energizado	1	
MCI.CV*n*	MCI.CV*n*	No Mover Cambiavías a Posición Invertida	No Energizado	0	Sí
		Mover Cambiavías a Posición Invertida	Energizado	1	

Tabla 12. Definición Mnemónicos Comandos Westrace MK2 - Cambiavías

- Definir la interfaz eléctrica, física y lógica entre los módulos ECDT y MCDT del enclavamiento Westrace MK2 y los accionamientos del cambiavía garantizando la correcta transmisión de mandos de movimiento y la recepción de las informaciones de comprobación de posición y estado.
- Diseñar la detección de las posiciones de los cambiavías, garantizando que el enclavamiento reciba informaciones fiables y coherentes de mínimamente los

siguientes estados: posición Normal, posición Invertida y estado de fallo. Los estados deberán ser enviados al Westrace MK2 a través de las entradas de módulo PIM50.

- Diseñar la supervisión de condiciones internas de los equipos de control de desvíos, de forma que cualquier fallo interno, ausencia de energía o condición no conforme sea detectada y tratada como estado seguro por el enclavamiento.
- Diseñar la alimentación eléctrica requerida para los equipos de control de desvíos y los motores de los cambiavías, incluyendo tensiones de control y de potencia, así como los criterios de protección y seccionamiento. Es responsabilidad del contratista verificar y demostrar mediante memoria de cálculo que el suministro actual desde el sistema ALC suple la incorporación de los nuevos cambiavías y su operación sin afectar el funcionamiento de los elementos ya alimentados hoy en día. Se deben diseñar e implementar en el armario ALC todos los elementos y materiales eléctricos que se requieran ara energizar, maniobrar y proteger desde el punto de vista eléctrico los elementos aguas abajo.
- Diseñar el cableado entre el enclavamiento, los equipos de control de desvíos, los bastidores KA, Armarios de Panel de Cables (PC), las cajas intermedias y los cambiavías, asegurando una correcta identificación, segregación y trazabilidad de las señales. Determinar las distancias máximas entre los accionamientos y módulos de control y mando de desvíos en función de calibre del cableado requerido y los voltajes de alimentación empleados.
- Definir los criterios de temporización y limitación de energización de los motores de los cambiavías, garantizando la protección de los equipos y la seguridad de la operación.
- Garantizar que la arquitectura de interfaz permita la realización de pruebas, comprobaciones y mantenimiento de los cambiavías sin afectación del servicio comercial, garantizando la capacidad de bloquear/encerrojar los cambiavías durante las fases de pruebas y puesta a punto.
- Adicionalmente, el contratista debe garantizar el correcto acoplamiento de los elementos a la Placa Nervada desarrollada por LA EMPRESA, presentada en el **Anexo 4 - Placa Nervada CV Señalización.**

6.1.8.2.2. Señales

El Contratista debe diseñar e implementar la arquitectura de interfaz entre el enclavamiento electrónico Westrace MK2 y las señales laterales luminosas del retorno ALP–XPO, garantizando el mando, la supervisión y el control seguro de los aspectos de señalización, conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

El alcance de esta interfaz debe incluir, como mínimo, los siguientes requisitos trazables:

- Diseñar la arquitectura general de interfaz entre el enclavamiento Westrace MK2 y las señales laterales luminosas, considerando el uso de módulos de salida LOM110 dedicados para el mando de los focos LED y módulos de entrada para la supervisión de estados PIM50. Esta arquitectura debe mínimamente mantener los niveles de redundancia y disponibilidad de la arquitectura actual.
- Diseñar el mando de los aspectos de señal mediante salidas de seguridad del enclavamiento, garantizando que cada aspecto (rojo, amarillo, verde, maniobra o indicadora) sea controlado de forma independiente y segura.
- Diseñar la supervisión del correcto funcionamiento de los focos LED de señal, de forma que fallos de encendido, sobrecorriente o condiciones no conformes sean detectados y tratados como estados seguros por el enclavamiento.
- Diseñar la interfaz eléctrica entre los módulos de salida del enclavamiento y los equipos auxiliares de señalización, incluyendo transformadores, módulos de adaptación y elementos de protección.
- Diseñar la gestión del modo Día/Noche de las señales, considerando la conmutación automática o comandada de la intensidad luminosa de los focos LED.
- Diseñar la integración de sensores de luminosidad o interruptores crepusculares para la detección de condiciones de iluminación ambiente, garantizando una transición segura entre modos de operación.
- Diseñar el cableado entre el enclavamiento, los armarios auxiliares, los bastidores KA, Panel de Cables (PC) con sus protecciones y las señales, asegurando identificación, segregación y trazabilidad de las señales.
- Garantizar que la arquitectura de interfaz permita la ejecución de pruebas, ajustes y actividades de mantenimiento de las señales sin afectación del servicio comercial.

6.1.9. Sistema de Protección Automática de Trenes ATP

En la etapa de diseño del retorno Alpujarra (ALP) – Exposiciones (XPO), **El Contratista debe** desarrollar el diseño integral de la ampliación/reconfiguración del Sistema de Protección Automática de Trenes (ATP) de vía, garantizando su correcta integración funcional, lógica, eléctrica y de seguridad con el sistema de detección de trenes TCM100, el enclavamiento Westrace MK2, las señales y los cambiavías, conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

El alcance de diseño del sistema ATP debe incluir, como mínimo, los siguientes ítems trazables:

- Analizar la configuración actual del sistema ATP de vía en la zona de influencia del retorno ALP–XPO, identificando su arquitectura funcional, lógica de protección existente, interfaces activas y dependencias con el enclavamiento y la señalización.
- Diseñar las modificaciones y ampliaciones de la lógica de protección ATP requeridas para la incorporación del retorno ALP–XPO, incluyendo nuevas condiciones de supervisión, restricciones de movimiento, zonas protegidas y dependencias de seguridad asociadas.
- Diseñar e implementar la interfaz de entrada de telegramas del sistema ATP de vía hacia el sistema de detección de trenes TCM100, garantizando la correcta conexión directa entre los módulos funcionales FM del sistema ATP (WATP) y el módulo EZS del TCM100 a través del conector dedicado, utilizando señales digitales tipo PNP de alta velocidad. El diseño deberá considerar niveles eléctricos de 24 Vdc para nivel lógico alto y 0 Vdc para nivel lógico bajo, asegurando la correcta referencia de masas, la continuidad de la señal y la integridad de los telegramas transmitidos a una velocidad nominal de 207 baudios. Cualquier pérdida de nivel, incoherencia de tensión o interrupción en la señal de telegramas deberá ser detectada y tratada como condición de fallo seguro. La Tabla 13 presenta como actualmente se realiza la entrada de los Telegramas al Sistema TCM100. Cualquier modificación de estos parámetros y variables deberá ser justificada por parte del contratista y deberá ser aprobada por LA EMPRESA.

Salida	Nivel de voltaje	Descripción
TCS-Tel	24V (1)	Telegrama con comandos de movimiento.
	0V (0)	

Tabla 13. Entrada de Telegramas al Sistema TCM100

- Diseñar la arquitectura de hardware del sistema ATP de vía, considerando la incorporación, redistribución o ampliación de módulos funcionales, módulos de

entradas y salidas y equipos auxiliares requeridos para soportar los nuevos elementos del retorno.

- Definir la asignación de entradas y salidas del sistema ATP asociadas a los nuevos circuitos de vía, señales, condiciones de enclavamiento y estados operativos relevantes para la protección automática de trenes.
- Diseñar la estructura lógica y temporal de los comandos de movimiento generados por el sistema ATP, considerando explícitamente la transmisión de telegramas cortos (tipo A) y telegramas largos (tipos B1 y B2), enviados de forma secuencial y cíclica. La Tabla 14 presenta la estructura actual de la secuencia de Telegramas empleados por la EMPRESA para la transmisión de información al material rodante. Cualquier modificación de estos parámetros y variables deberá ser justificada por parte del contratista y deberá ser aprobada por LA EMPRESA.

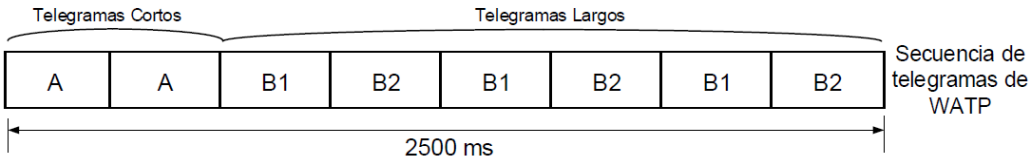


Tabla 14. Secuencia de Telegramas WATP

LA EMPRESA, presenta en el **Anexo 5 – Estructura y Variables Telegramas** la descripción y estructura detallada de las variables que componen los telegramas transmitidos entre el sistema de señalización de vía hacía el vehículo.

- Diseñar y definir los comandos de movimiento requeridos para el movimiento seguro de los trenes mediante la estructura de tramas de telegrama empleado actualmente por LA EMPRESA en el resto de la Línea A.
- Diseñar la integración funcional entre el sistema ATP y el sistema de detección de trenes TCM100, garantizando la correcta supervisión de ocupación de vía, liberación de secciones y estados de fallo bajo principios de seguridad ferroviaria.
- Diseñar la integración funcional y lógica entre el sistema ATP y el enclavamiento Westrace MK2, asegurando la coherencia entre la lógica de enclavamiento, la presentación de señales y las condiciones de protección ATP.
- Diseñar la integración del sistema ATP con el Sistema de Alimentación de Corriente (ALC), garantizando la correcta alimentación, supervisión eléctrica y gestión de estados de energía del sistema.
- Definir los criterios de gestión de estados normales, degradados y de fallo del sistema ATP, asegurando que cualquier condición no conforme conduzca al establecimiento de estados seguros y a la aplicación de medidas de protección.

- Diseñar la estrategia de pruebas del sistema ATP asociadas al retorno ALP–XPO, incluyendo pruebas funcionales, pruebas de seguridad, pruebas de integración con el enclavamiento, la detección de trenes y las señales, así como pruebas en condiciones degradadas.
- Documentar la lógica de protección ATP, las matrices de condiciones, las interfaces con otros sistemas y los mnemónicos asociados a los nuevos elementos del retorno ALP–XPO, garantizando coherencia con la base de datos de señalización existente.

6.1.10. Sistema de Protección Automática de Trenes Embarcado

EL CONTRATISTA deberá validar y garantizar que los nuevos datos o parámetros pertenecientes a los diferentes elementos ferroviarios (circuitos de vía, cambiavías, señales e itinerarios, entre otros) implementados en el retorno ALP-XPO lleguen al equipo embarcado del tren en la estructura de telegramas A, B1 y B2 del equipo ATP que se muestra en la Figura 5 es decir que, EL CONTRATISTA debe garantizar la continuidad de funcionamiento y operación del sistema ATP embarcado al paso de los trenes por estas nuevas vías o elementos incorporados en la vía férrea, lo cual, se validará con un protocolo de pruebas aprobado por LA EMPRESA y realizado por EL CONTRATISTA.

ESTRUCTURA DE LOS TELEGRAMAS DE ATP

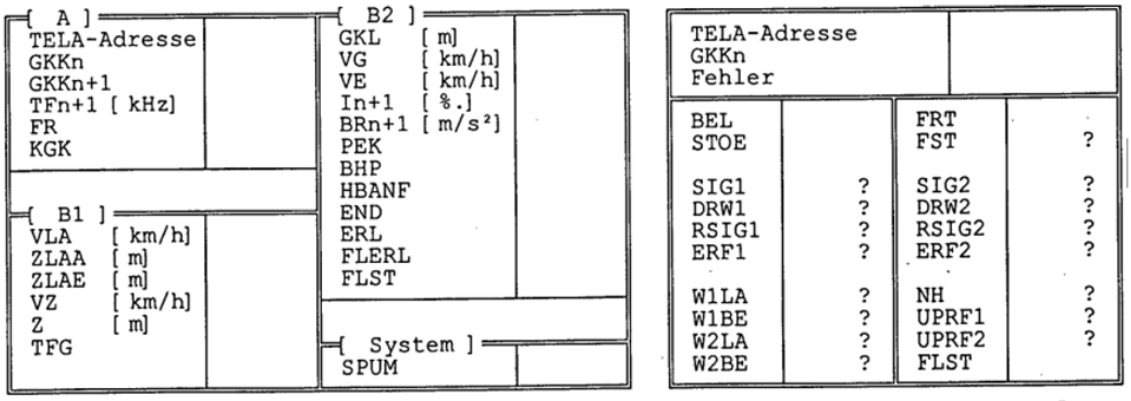


Figura 5. Estructura de los Telegramas de ATP

6.1.11. Elementos de Campo

6.1.11.1. Señales

El Contratista debe desarrollar el diseño integral del sistema de Señales Ferroviarias del retorno ALP–XPO, garantizando su correcta integración funcional, eléctrica, electrónica y mecánica con el resto de los sistemas de señalización, conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

El alcance funcional del diseño de señales debe incluir, como mínimo, las siguientes responsabilidades trazables:

- Diseñar el sistema eléctrico de las señales, incluyendo alimentaciones, protecciones, cableado interno y externo, y su integración con el Sistema de Alimentación de Corriente (ALC).
- Diseñar la arquitectura electrónica de las señales, incluyendo los dispositivos de control, supervisión y adaptación requeridos para el correcto mando y monitoreo de los focos y elementos asociados.
- Diseñar la configuración mecánica de las señales, incluyendo cabeza de señal, mástil y sistemas de acoplamiento en viaducto, garantizando estabilidad estructural, durabilidad y compatibilidad con la infraestructura existente. Las presentan la configuración actual de las señales ubicadas en el enclavamiento de San Antonio A, identificando las estructuras de acople al viaducto.

La Figura 6 y Figura 7 presentan la estructura mínima para las señales y sus respectivos acoplamientos al viaducto, destacando que el retorno ALP-XPO estará ubicado en viaducto.

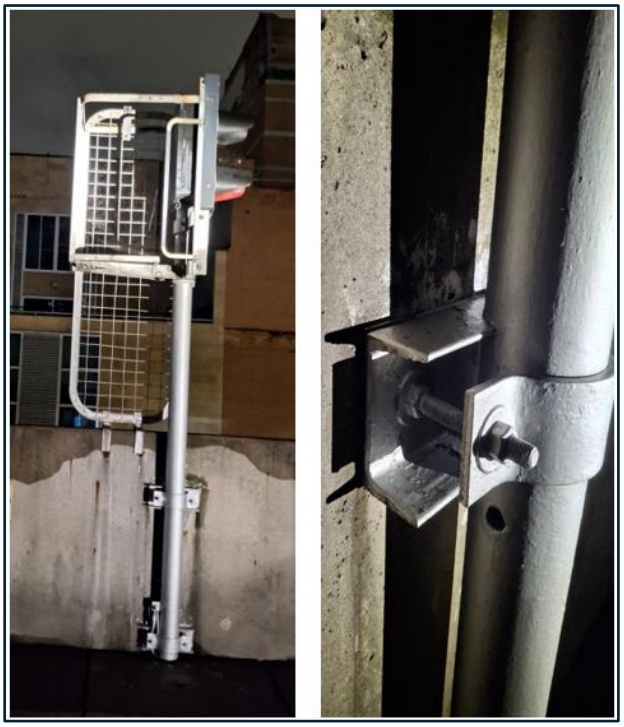


Figura 6. Estructura Señales Actuales – SAA



Figura 7. Acoplamientos Viaducto - Señales Actuales SAA

- Diseñar la matriz de led de señal requeridos para cada aspecto, definiendo sus características técnicas, ópticas y eléctricas, de acuerdo con los requerimientos operativos del sistema de señalización.

- Definir la distribución interna de los equipos y componentes dentro de la cabeza de señal, garantizando orden, accesibilidad y facilidad de mantenimiento.
- Diseñar criterios de accesibilidad, ergonomía y Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) asociados a la instalación, operación y mantenimiento de las señales.
- Definir criterios de rotulación e identificación de componentes, conectores y cableado interno de las señales, garantizando trazabilidad y coherencia con la documentación del sistema.
- Diseñar el sistema de puesta a tierra de las señales, asegurando su integración con el sistema general de tierras de señalización y la protección de personas y equipos.
- Definir los materiales constructivos de la cabeza de señal, garantizando resistencia mecánica, durabilidad y comportamiento adecuado frente a condiciones ambientales.
- Definir el grado de protección IP de la cabeza de señal, asegurando protección frente a ingreso de polvo, humedad y agentes externos, conforme a las condiciones de instalación en vía.
- Diseñar las protecciones eléctricas contra sobretensiones y sobrecorrientes asociadas a las señales, garantizando la protección de los equipos frente a perturbaciones eléctricas.
- Diseñar la ubicación de las señales en vía, garantizando su correcta visibilidad, legibilidad, cumplimiento de distancias de frenado y coherencia con la lógica de señalización y la operación ferroviaria.

6.1.11.2. Accionamientos de Cambiavías

El Contratista debe desarrollar el diseño integral del sistema de cambiavías tipo S700K (o su reemplazo moderno) asociado al retorno Alpujarra (ALP) – Exposiciones (XPO), garantizando su correcta operación mecánica, eléctrica y funcional, así como su integración segura con el enclavamiento electrónico Westrace MK2, el sistema de señalización y el Sistema de Alimentación de Corriente (ALC), conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

El alcance de diseño del sistema de cambiavías S700K (o su reemplazo moderno) deberá incluir, como mínimo, los siguientes ítems trazables:

- Diseñar la arquitectura funcional del accionamiento de los cambiavías S700K (o su reemplazo moderno), considerando la maniobra eléctrica normal y la posibilidad de maniobra manual en condiciones degradadas o de fallo de alimentación, garantizando que ambas modalidades mantengan los principios de seguridad ferroviaria.
- Diseñar la integración del accionamiento S700K con el enclavamiento Westrace MK2, garantizando el mando seguro de las posiciones Normal e

Invertida, así como la correcta supervisión eléctrica y lógica de la posición final de las agujas.

- Definir los criterios de supervisión de la posición de las agujas mediante los dispositivos internos de comprobación del cambiavía, asegurando que únicamente se autoricen itinerarios cuando se confirme el correcto enclavamiento mecánico y eléctrico del desvío.
- Diseñar los mecanismos de bloqueo mecánico del cambiavía, garantizando la retención segura de las agujas en su posición final y evitando movimientos intempestivos ante vibraciones, cargas dinámicas o perturbaciones externas.
- Diseñar la arquitectura mecánica del accionamiento, considerando el motor eléctrico, el sistema de transmisión, el embrague de fuerza de maniobra, el embrague de retención y los elementos de conmutación, asegurando robustez, confiabilidad y mantenibilidad.
- Definir los criterios de limitación y ajuste de la fuerza de maniobra, garantizando que la actuación del cambiavía se realice dentro de los rangos admisibles y que situaciones anómalas (obstáculos, resistencia excesiva o roturas) sean detectadas y tratadas como condición de fallo seguro.
- Diseñar la supervisión de fallos internos del accionamiento S700K (o su reemplazo moderno), incluyendo detección de interrupciones de maniobra, pérdidas de energía, fallos de bloqueo o roturas mecánicas, garantizando la señalización inmediata de dichas condiciones al enclavamiento.
- Diseñar la interfaz eléctrica de alimentación y control del cambiavía, incluyendo tensiones de mando y potencia, protecciones eléctricas, seccionamiento y puesta a tierra, en coordinación con el Sistema de Alimentación de Corriente (ALC).
- Diseñar la disposición del cableado interno y externo del accionamiento S700K (o su reemplazo moderno), garantizando protección mecánica, identificación, accesibilidad y compatibilidad con las condiciones ambientales de la vía.
- Diseñar las condiciones de hermeticidad del accionamiento S700K (o su reemplazo moderno), incluyendo la selección y disposición de juntas, sellos y tapas, así como los sistemas de drenaje y desagüe necesarios para evitar la acumulación de agua, humedad o contaminantes en el interior del equipo, garantizando su correcta operación bajo condiciones ambientales adversas propias de la vía y evitando degradación prematura de componentes mecánicos y eléctricos.
- Definir los criterios de instalación del accionamiento de cambiavías en la vía, considerando soportes, anclajes, alineación, tolerancias mecánicas y compatibilidad con la geometría de vía existente.
- Diseñar la estrategia de pruebas del sistema de cambiavías S700K (o su reemplazo moderno), incluyendo pruebas de maniobra, comprobación de posiciones, verificación de bloqueos, pruebas en condiciones degradadas y validación de la correcta interacción con el enclavamiento Westrace MK2.

6.1.11.3. Pasos de Cable

Se debe considerar dentro del diseño a realizar los pasos de los cables de los elementos de vía ubicados en vía ascendente y/o entre vías, desde el elemento en cuestión (señal, accionamiento de cambiavías, cajas de vía y la arqueta en vía descendente, para lo cual debe suministrar, instalar y realizar pruebas de las tuberías no metálica que llevan los cables e instalar estas a una profundidad mínima de 25 cm debajo del balasto.

6.2. Suministro

El Contratista será responsable del suministro, provisión y entrega de todos los equipos, módulos y elementos necesarios para la correcta y segura implementación y pruebas y puesta en servicio del retorno ALP–XPO, garantizando su compatibilidad técnica, funcional y de seguridad con los sistemas de señalización existentes, conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

El suministro debe incluir, como mínimo, los equipos y módulos asociados a los sistemas TCM100, Enclavamiento Westrace MK2 y ATP de vía (WATP), asegurando que los elementos suministrados sean nuevos, compatibles, certificados y adecuados para operación ferroviaria.

6.2.1. Suministro – Sistema de detección de trenes TCM100

El Contratista debe suministrar, como mínimo, los siguientes módulos y equipos del sistema TCM100, así como todos los elementos auxiliares necesarios para su correcta instalación, interconexión, integración y puesta en servicio, incluyendo cableado de señalización y energía, conectores macho y hembra, mangueras multipolares, acoplamientos mecánicos, elementos de fijación, canalizaciones, accesorios de montaje y cualquier otro material requerido para la correcta operación del sistema conforme a los lineamientos técnicos definidos por LA EMPRESA.

El Contratista deberá suministrar, como mínimo, los siguientes módulos y equipos del sistema TCM100 presentados en la Tabla 15:

MÓDULO/EQUIPO	FUNCIÓN
Módulo TCM100	Generación, recepción y procesamiento de señales de audiofrecuencia para detección de ocupación de vía
Módulo EZS	Gestión y acondicionamiento de señales de los circuitos de vía
Fuentes de alimentación TCM100	Suministro de energía interna a los módulos del sistema TCM100

Borneras y conectores TCM100	Interconexión entre cableado de campo, cableado interno y módulos TCM100
Módulos de comunicación TCM100	Interfaz de comunicación interna y diagnóstico del sistema TCM100
TARJETA ID TCM	Contiene la programación del circuito, con la frecuencia, voltaje de emisión y recepción, entre otros

Tabla 15. Suministro Mínimo - TCM100

6.2.2. Suministro – Enclavamiento Westrace MK2

El Contratista debe suministrar, como mínimo, los siguientes módulos y equipos asociados al enclavamiento electrónico Westrace MK2, así como todos los elementos complementarios requeridos para su correcta integración con los sistemas de detección, ATP, señales y cambiavías, incluyendo cableado de control y potencia, conectores macho y hembra, relés auxiliares, interfaces de adaptación, acoplamientos mecánicos, herrajes, canalizaciones, elementos de montaje y cualquier otro material necesario para la correcta implementación del sistema. La Tabla 16 presenta el suministro mínimo asociado al sistema Westrace MK2:

MÓDULO/EQUIPO	FUNCIÓN
Módulo PM	Procesamiento lógico de enclavamiento y control seguro de la señalización
Módulo PIM 50 Vdc	Recepción de entradas paralelas de detección de vía y estados de campo
Módulo ROM 50 Vdc	Salidas de mando seguras para señales y equipos auxiliares
Módulo LOM 110 Vac	Salidas de potencia para el control de equipos de vía
Módulo LTM Día/Noche	Gestión del modo de iluminación Día/Noche de señales
Bastidores y subracks Westrace MK2	Alojamiento mecánico y eléctrico de los módulos del enclavamiento

Tabla 16. Suministro Mínimo Sistema Westrace MK2

6.2.3. Suministro – Sistema ATP de vía (WATP)

El Contratista debe suministrar, como mínimo, los siguientes módulos y equipos asociados al sistema ATP de vía, así como todos los elementos auxiliares necesarios para su correcta interconexión con el enclavamiento Westrace MK2 y los demás sistemas de señalización, incluyendo cableado de señal y energía, conectores macho y hembra, interfaces de adaptación, elementos de fijación, canalizaciones, accesorios de montaje y cualquier otro material requerido para la correcta implementación, pruebas y puesta en servicio del sistema ATP. La Tabla 17 presenta el suministro mínimo asociado al sistema ATP.

MÓDULO/EQUIPO	FUNCIÓN
CPU SIMATIC S7-4616FH	Implementación de la lógica de protección automática de trenes
CPU SIMATIC S7-319F	Implementación de la lógica de protección automática de trenes
Módulo DI SM326	Recepción de entradas digitales asociadas a estados de señalización y protección
Módulo DO SM322	Emisión de salidas digitales hacia sistemas de protección y control
Módulo FM 352-5	Gestión de funciones de monitoreo y supervisión del sistema ATP
Interfaces de comunicación ATP	Intercambio seguro de información con el enclavamiento Westrace MK2

Tabla 17. Suministro Mínimo - Sistema ATP

El Contratista debe garantizar que todos los equipos y módulos suministrados sean compatibles con las versiones de hardware y software existentes, incluyan la documentación técnica correspondiente y permitan la correcta ejecución de pruebas, integración y puesta en servicio del retorno ALP–XPO.

6.2.4. Accionamiento Cambiavías

Suministro, instalación, pruebas, ajustes, puesta en servicio de los accionamientos de cambiavías para el retorno ALP-XPO, los cuales deberán ser de los mismos que se tienen implementados a lo largo de la línea A y B, es decir, accionamientos marca Siemens referencia S700K y se deberá incluir la placa soporte o base, las barras de accionamiento y todo los elementos y materiales necesarios para garantizar su correcto funcionamiento, hermeticidad, operación segura y cumplimiento de las normas. La Tabla 18 presenta el suministro mínimo de asociado a los accionamientos de cambiavías.

ITEM	DESCRIPCION	REFERENCIA ACTUAL O SU REEMPLAZO DEL FABRICANTE SIEMENS	CANTIDAD
1	Accionamientos	S700K	4
2	Barras tracción tg 1:9	-	Para 4 accionamientos
3	Barras de comprobación larga y corta tg1:9	-	Para 4 accionamientos
4	Placa soporte	-	Para 4 accionamientos
5	Otros elementos no descritos y que se requieran para el correcto funcionamiento seguro y cumplimento de normas.	-	-

Tabla 18. Suministro Mínimo - Accionamiento Cambiavías

Adicionalmente LA EMPRESA presenta el **Anexo 6 Referencias Barras Tracción y Comprobación**, para conocimiento de EL CONTRATISTA sobre las barras empleadas actualmente por LA EMPRESA.

Es responsabilidad de EL CONTRATISTA suministrar todos los componentes adicionales requeridos para el funcionamiento seguro del equipo aun cuando no se enliste en la tabla anterior.

6.2.5. Señales

Suministro, instalación, pruebas, ajustes, puesta en servicio de las señales LED para el retorno ALP-XPO, los cuales deberán incluir todos sus elementos (mástil, abrazaderas, matriz de led, housing de la señal LED, lentes (de requerirse), viseras, etc.) y demás materiales necesarios para garantizar su correcta fijación, funcionamiento, hermeticidad, operación segura y cumplimiento de las normas. La señal deberá tener la canastilla de soporte para que el personal pueda acceder a ella para realizar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, de igual manera deberá tener la malla de protección incrustada en el borde de la pantalla, ver la Figura 8. Estructura Señales - Canastilla y Malla de Protección adjuntas A continuación:

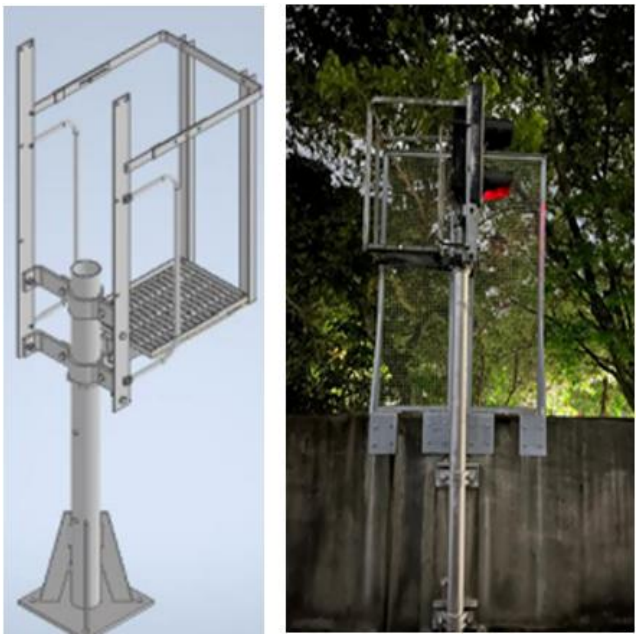


Figura 8. Estructura Señales - Canastilla y Malla de Protección

EL CONTRATISTA deberá suministrar todos elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos requeridos para la implementación y puesta a punto de las señales requeridas en la operación del Retorno ALP-XPO, incluyendo el cableado, protecciones eléctricas, puesta a tierra y todos aquellos requerimientos técnicos normativos para su suministro y puesta en servicio.

Adicionalmente, LA EMPRESA presenta en la siguiente lista las referencias de los Focos LED actualmente empleados a lo largo de la línea comercial.

2029788 Foco LED 160PE exterior - Color Blanco
2029789 Foco LED 160PE exterior - Color Rojo
2029822 Foco LED 160PE exterior - Color Amarillo
2029823 Foco LED 160PE exterior - Color Verde
2029824 Foco LED 120PE exterior - Color Blanco
2029825 Foco LED 120PE exterior - Color Rojo
2029826 Foco LED 120PE exterior - Color Amarillo
2029827 Foco LED 120PE exterior - Color Verde
1002623 Trasformador Foco Toroidal PCB 40VA 220V

6.2.6. Cajas de Vía

Suministro, instalación, pruebas, ajustes, puesta en servicio de las cajas de vía marca Siemens Referencia para el retorno ALP-XPO, los cuales deberán incluir todos sus elementos activos y pasivos (tarjetas electrónicas, protecciones, borneras, lazos de sintonización, tornillos, chapas, etc.) y demás materiales necesarios para garantizar su correcta fijación, funcionamiento, hermeticidad, operación segura y cumplimiento de las normas. La cantidad será de acuerdo con los diseños para la operación segura del retorno ALP-XPO. La Figura 9 presenta una fotografía en campo de cajas de sintonización en vía.



Figura 9. Cajas de vía (Trackside Box)

6.2.7. Cajas de Paso Intermedias en Arquetas para conexionado de cables de Señales, Cambiavías y/o Circuitos de Vía

Suministro, instalación, pruebas, ajustes, puesta en servicio de las cajas de conexión y empalme de cables para los elementos de vía (cambiavías, señales, circuitos de vía) requeridas para el retorno ALP-XPO, las cuales deberán ser herméticas e incluir todos sus elementos (soportes, borneras, tornillos en material inoxidable, chapas, etc.) y demás materiales necesarios para garantizar su correcta fijación, funcionamiento, operación segura y cumplimiento de las normas.

6.2.8. Cables entre el cuarto técnico y los elementos en vía (Accionamientos, señales, circuitos de vía)

Suministro, instalación, pruebas, puesta en servicio de cableado eléctrico y de señal para conexionado de los elementos de vía (cambiavías, señales, circuitos de vía) requeridos para el retorno ALP-XPO, las cuales deberán ser intemperie e incluir todos sus elementos (borneras, etc.) y demás materiales necesarios para garantizar su correcto conexionado, funcionamiento, operación segura y cumplimiento de las normas. La cantidad de cables, así como también sus parámetros de voltaje, corriente, porcentajes de caída de voltaje permitido (regulación de voltaje), cantidad de hilos requeridos e hilos de reserva será de acuerdo con los diseños los cuales deberán ser aprobados por LA EMPRESA.

6.2.9. Pasos de Cables entre el cuarto técnico y los elementos en vía (accionamientos, señales, circuitos de vía)

Se debe considerar dentro de los trabajos y/o actividades a realizar los pasos de los cables de los elementos de vía ubicados en vía ascendente y/o entre vías, desde el elemento en cuestión (señal, accionamiento de cambiavías, cajas de lazos de

sintonización de circuitos de vía) y la arqueta en vía descendente, para lo cual deberá suministrar, instalar y realizar pruebas de las mangueras que llevan los cables e instalar estas a una profundidad mínima de **25 cm** debajo del balasto.

6.3. Evaluación Independiente de Seguridad

El Contratista será el encargado de subcontratar una evaluación independiente de seguridad (ISA) para todo el ciclo de desarrollo del proyecto, conforme a la normativa **CENELEC 50126**, **50128**, **50129** de Seguridad Ferroviaria, entregando el informe ISA junto con toda la documentación del dossier de seguridad de todo el ciclo de vida del proyecto, desde la fase de concepción y diseño, hasta la puesta en servicio y operación.

La Empresa realiza la trazabilidad a todo el proceso de certificación, para ello el contratista deberá someter a aprobación de la Empresa todos los documentos básicos para el proceso de certificación de los sistemas de señalización.

Está incluido en este ítem toda la documentación que se requiera realizar para que el ente independiente de seguridad ISA pueda ejecutar los análisis y certificación y/o caso de seguridad según sea el caso.

También se deben incluir, de requerirse, todas las visitas al sitio que requiera el ente certificador.

7. Requerimientos Ejecución de Proyectos

7.1. Cronograma

Durante la ejecución del contrato se deben tener en cuenta las actividades y métodos que deben ser incluidas en el cronograma especificado en el presente numeral:

7.1.1. Replanteo de las Instalaciones

La etapa de diseño debe incluir una actividad denominada replanteo en donde se deberá revisar a detalle las instalaciones (cuarto técnico, estación SAA, via férrea) de tal manera que sea definido la ubicación de los equipos, rutas del cableado, incluyendo la planificación de canaletas, acometidas para el tendido de los cables y demás actividades para llevar a cabo la implementación del retorno ALP-XPO.

7.1.2. Acopio de Equipamiento

Incluye las tareas de gestiones de compra, realización y seguimiento de pedidos, gestión de bodegaje, programación del transporte de materiales y equipos a lugar de instalación (cuarto técnico, estación SAA, vía férrea) y PCC, de acuerdo con lo especificado en el presente documento.

7.1.3. Tendido de Cableado

En fase de replanteo se deberán revisar en detalle las rutas del tendido de cableado para su correcta instalación. En el caso de que fueran necesarios trabajos adicionales, éstos irán a cargo del Contratista (estando incluidos en el valor del contrato). Asimismo, una vez confirmada la disponibilidad de ductos, canalizaciones, bandeja, se emprenderán las tareas de tendido de cables de energía y otros.

7.1.4. Instalación de Equipos

En esta fase de instalación se debe tener en cuenta las siguientes series de actividades, las cuales se deberán realizar de forma secuencial y/o paralelo, así:

- Traslado de equipos a sus emplazamientos definitivos.
- Instalación (montaje, cableado, conexionado y marcación de cableado) de los equipos.
- Pruebas funcionales de los equipos a nivel local desde el lugar de instalación y luego pruebas de conjunto (equipos en el enclavamiento) y pruebas de todos los equipos.
- Todos los equipos y cableado deberán etiquetarse e identificarse adecuadamente de manera que la información sea fácilmente ubicable tanto en sitio como en planos entregando finalmente la disposición final bajo metodología (as-built).

Es responsabilidad del Contratista garantizar la instalación, anclaje de los racks, bastidores y demás elementos del enclavamiento.

7.1.5. Ingeniería de Software

Comprende programaciones, modificaciones, parametrizaciones del software y los equipos de acuerdo con los requerimientos. Pruebas de equipos. Puesta en Servicio.

7.1.6. Pruebas y puesta en servicio de equipos a instalar

Las pruebas con los equipos se efectuarán en horario nocturno en función de la afección que provoquen. La puesta en servicio definitiva de la instalación deberá ser acordada con LA EMPRESA y para tal fin se deberá garantizar que se han cumplido en actividades anterior que se han realizado pruebas exitosas de los diferentes equipos y sistemas.

Todas las actividades deben estar debidamente programadas, en reuniones semanales de IOT (Instrucción Operativa de Trabajos), con objeto de minimizar las perturbaciones a la explotación, y aprobadas por el responsable de Contrato de La Empresa.

7.1.7. Requisitos del plan de pruebas

Se considera la realización de 3 tipos de pruebas:

- Pruebas de vacío (en laboratorio o en el sitio de instalación de los equipos), en el Valle de Aburrá).
- Pruebas en campo individuales; que deben incluir pruebas de equipos instalados en modo local sala de relés (enclavamiento) y modo remoto desde el PCC.
- Pruebas en campo conjuntas; que deben incluir pruebas de equipos instalados en conjunto en modo local sala de relés (enclavamiento) y modo remoto desde el PCC.

El Contratista debe confeccionar el plan de pruebas de campo, que deben contar con el plan de marcha atrás (rollback) en caso de que los equipos instalados no funcionen correctamente.

Terminadas las fases de montaje y conexionado de equipos y las pruebas en vacío, se inicia el proceso de pruebas previas a la puesta en servicio, que incluyen:

- Comprobación del conexionado. Incluye lista de verificación que debe ser aprobado por La Empresa.
- Pruebas de funcionamiento de todos los equipos.
- Pruebas finales para la puesta en servicio.

- Pruebas internas del software.
- Toma de datos de la configuración final de todos los equipos que intervienen en la instalación.

La puesta en servicio definitiva de la instalación será acordada con LA EMPRESA, buscando siempre la menor afectación a la operación comercial.

7.1.8. Protocolos de Inspección y Pruebas

Todos los equipos, componentes y software a los cuales se aplica esta especificación deberán ser sometidos a pruebas e inspecciones, de acuerdo con lo establecido en el presente documento y las normas que apliquen para tal fin listadas en el presente documento. En especial, todos los equipos serán sometidos a las pruebas conjuntas de rutina que especifican las normas.

Salvo indicación contraria, cada ítem incluido en el suministro deberá ser completamente sometido a inspección, verificación y pruebas estándar, a fin de asegurar su integridad, apropiado dimensionamiento y funcionalidad.

El Contratista informará por escrito a La Empresa con una anticipación mínima de dos semanas, la fecha estimada de ejecución de las pruebas. Dicha notificación incluirá un programa de pruebas y los protocolos de pruebas. El programa de pruebas incluirá la siguiente información:

- Lista de los equipos a ser probados y de las pruebas a realizar.
- Programa de pruebas
- Procedimiento de pruebas, junto con una lista de características a medir y/o registrar.
- Valores, características o condiciones que deberán lograrse durante las pruebas
- Lista de normas bajo las cuales se efectuarán las pruebas.

El modelo de los protocolos para la ejecución de las pruebas deberá definir recursos necesarios para la ejecución y logística de las pruebas.

Se redactarán tantos documentos como instalaciones y/o equipos sea preciso efectuar ensayos. En particular:

- Pruebas de planificación (Falko)
- Pruebas de funcionamiento del puesto local de operador
- Pruebas de funcionamiento del SGT, de los sistemas de regulación.
- Pruebas de funcionalidad de movimientos e incompatibilidades

- Pruebas de los elementos de campo: TCM100, señales y accionamientos de cambiavías
- Pruebas de equipos ATP campo, cabina y embarcados
- Pruebas de los sistemas de energía del enclavamiento
- Pruebas con circuitos de vía contiguo de FTGS (IND-SAA)
- Prueba interfaz ATP de vía con ATP embarcado (MAN y CAF)
- Pruebas de acuerdo con la norma CENELEC.

El Contratista debe hacer entrega a La Empresa, en un plazo máximo de diez (10) días, de los protocolos firmados y escaneados con los resultados de dichas pruebas.

Los trabajos y actividades de ejecución del contrato deberán ser coordinados con el resto de los trabajos realizados en La Empresa con los diferentes profesionales responsables en la reunión semanal denominada Instrucción Operativa de Trabajos (IOT) o las que sean requeridas previamente para coordinaciones específicas.

Se aclara que La Empresa podrá modificar este horario de trabajo si las condiciones exigidas para la operación de nuestro sistema de transporte masivo así lo determinan.

7.1.9. Pruebas de Campo

Luego de concluir las labores de instalación, los equipos serán sometidos a pruebas de campo, las cuales serán dirigidas y ejecutadas por El Contratista bajo la supervisión de La Empresa. Las pruebas serán suficientes para asegurar que el suministro y los servicios cumplen con lo especificado, de tal forma que, si se requieren ajustes, correcciones o reemplazos, estos serán ejecutados antes de la aceptación final y sus costos estarán a cargo del Contratista.

Para dar cumplimiento a lo aquí expuesto, El Contratista pondrá a consideración de La Empresa, para efectos de aprobación, el protocolo de pruebas respectivo cuyo alcance incluye no sólo a los equipos, sino también al sistema como tal. Es decir, se realizarán pruebas tanto de equipos, como del montaje y el protocolo respectivo deberá incluir la siguiente información:

- Nombre y objetivo de la prueba.
- Equipo, subsistema o sistema a probar.
- Procedimiento y descripción de la prueba.
- Variables o parámetros de diseño a medir.
- Niveles de referencia.
- Equipos de prueba a emplear.
- Interpretación de los resultados.

Todos los elementos y equipos necesarios para la realización del protocolo de pruebas serán suministrados por El Contratista. Luego de presentado el protocolo de pruebas a La Empresa, esta lo analizará y de ser necesario, hará las observaciones y ajustes que estime convenientes, las cuales deberán ser atendidas por El Contratista como requisito previo a su ejecución. Adicionalmente, EL CONTRATISTA, deberá realizar una formación a un grupo del personal de operaciones de LA EMPRESA para apoyar durante las actividades de pruebas iniciales.

7.1.10. Pruebas de Recepción

Una vez se hayan realizado los protocolos de pruebas finales y los resultados sean satisfactorios y se hayan entregado a La Empresa los respectivos informes escaneados de las mismas, las cuales serán requisito para la expedición del certificado de recepción:

- Pruebas de equipos instalados.
- Inspección general soportado con check-list de las instalaciones, cableados, etc.
- Correcto funcionamiento soportado con los protocolos de pruebas de todos los suministros (hardware, software), materiales, componentes, etc.
- Revisión de puestas a tierra.
- Adecuados acabados.
- Marcación de equipos y cableado.

El Contratista deberá realizar el documento que contendrá los protocolos de pruebas, previamente a la puesta en servicio y con antelación suficiente para que el responsable por parte de La Empresa proceda a su estudio y aceptación de la propuesta, modificaciones, o rechazo. En el documento se deberán detallar minuciosamente el conjunto de pruebas a realizar.

Es responsabilidad del Contratista contar con los equipos necesarios para las mediciones y pruebas y demostrar el valor de los parámetros solicitado o requeridos en las especificaciones técnicas.

Las pruebas deberán ejecutarse, como se ha mencionado anteriormente, por equipos individuales y posteriormente se debe probar el funcionamiento en su conjunto. No se admitirá la realización de la segunda sin haber completado la primera fase. Se hace constar que la aceptación de todas las pruebas es previa a la puesta en servicio.

7.1.11. Optimización del sistema y aceptación final

Se llamará etapa de optimización a un tiempo no inferior a dos meses, dentro del plazo contractual, durante el cual, La Empresa hará un seguimiento continuo del desempeño de los equipos instalados con el fin de evaluar su comportamiento y confrontar dicha evaluación con el objeto del contrato. Si existen diferencias en la confrontación del desempeño solicitado en las especificaciones técnicas de los términos de referencia y los diseños aprobados estas deben ser solucionadas por El Contratista en la etapa en mención.

Adicionalmente, durante este período de tiempo El Contratista, con la participación de La Empresa, realizará las modificaciones funcionales y ajustes que ésta solicite y El Contratista procederá a realizar los cambios necesarios a la programación, configuración o parametrización de los equipos instalados, con el fin de ajustarlos a los requerimientos exigidos en las especificaciones técnicas y/o en la operación. De igual forma EL CONTRATISTA deberá tener siempre personal disponible para el acompañamiento y revisiones en caso de correcciones durante este periodo

7.1.12. Seguridad del Sistema

Se debe dar cumplimento a las normas CENELEC para el suministro de equipos y materiales, así como para las pruebas, los diseños de hardware y diseños de software. El análisis y certificación de seguridad que realice el contratista deberá ser sobre las modificaciones para la implementación del nuevo retorno LA (ALP-XPO).

7.2. Metodología Gestión de Proyectos

El contratista debe entregar un cronograma detallado para la ejecución del alcance contractual, el cual debe recoger todas las actividades del proyecto agrupadas por etapas. Este debe ser coherente con el cronograma estimado del proyecto el cual se presenta en la Figura 10, el cual se propone como punto de referencia y podrá sufrir ajustes durante el desarrollo y consolidación del proyecto:

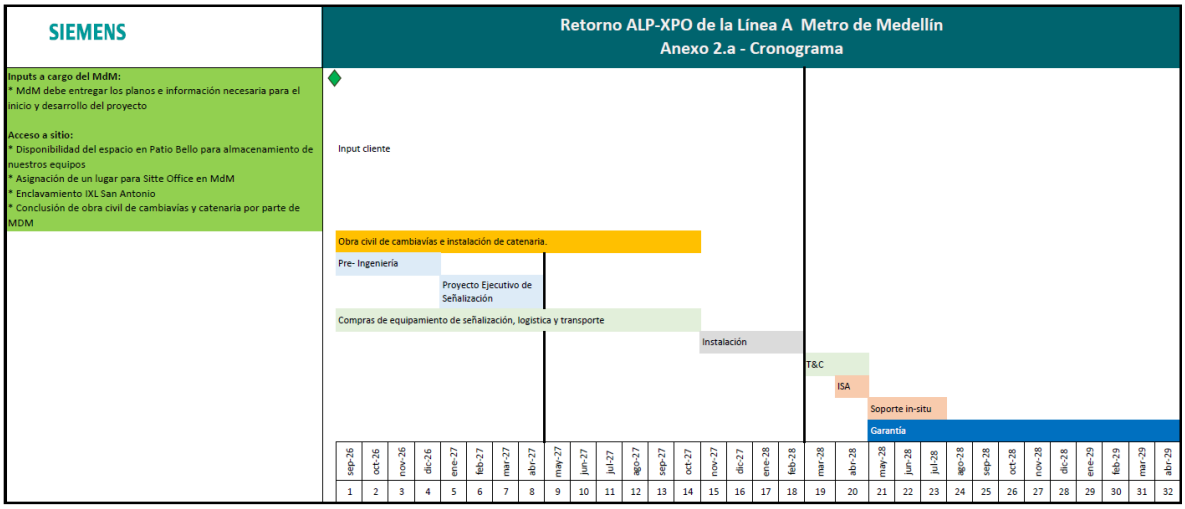


Figura 10. Cronograma Estimado del Proyecto Retorno ALP-XPO

Dentro de los diez (10) días calendario siguientes a la firma del acta de inicio o comunicada la orden de inicio, El Contratista deberá entregar para revisión y aprobación de LA EMPRESA un cronograma que contenga como mínimo las etapas del contrato, teniendo en cuenta los hitos de pago, las etapas de la implementación, pruebas, certificación ISA, capacitación, y entrega en operación.

Se deberá presentar el cronograma elaborado en la herramienta Project de Microsoft con los lineamientos entregados por La Empresa desde la oficina PMO relacionados en el documento anexo: Especificaciones metodológicas de gestión de proyectos.

La Empresa entregará los lineamientos de construcción de cronograma adicionales una vez firmada el acta de inicio o comunicada la orden de inicio al Contratista por parte de La Empresa.

El documento Especificaciones metodológicas de gestión de proyectos contiene los lineamientos básicos que deberá cumplir El Contratista durante todo el ciclo de vida del proyecto sobre la gestión documental, gestión de cronograma, control de cambios del proyecto.

Durante la ejecución del contrato y en caso de requerirse alguna modificación, La Empresa y El Contratista acordarán el cronograma final del contrato y lo gestionarán a través de la herramienta Project y atendiendo los lineamientos para la gestión de proyectos que indique La Empresa a través de su oficina de proyectos (PMO) Metodología en el DR1242 los PE016 a 019 y el DR1287 que tiene los lineamientos

para la planificación de proyecto, los cuales serán entregados al Contratista una vez dada el acta de inicio.

7.3. Condiciones de Trabajo Especiales en las Instalaciones del Metro de Medellín

- Se requiere que El Contratista disponga de cuadrillas de trabajo para realizar instalaciones y ejecución de labores. El detalle de las cuadrillas y cantidad de personal asociado para cada actividad se debe coordinar con LA EMPRESA previo a la ejecución de cada labor y la cantidad de personal deberá ser suficiente para realizar las actividades en los tiempos pactados.
- El Contratista debe tener en cuenta que para los trabajos en vía férrea debe disponer de una persona por cuadrilla, la cual se dedicara exclusivamente a realizar las actividades de vigía y manejo de radio, es decir no podrá realizar otro tipo de actividades diferentes a las indicadas anteriormente. Lo anterior implica que se debe contar con un radio y un vigía por cuadrilla para trabajos en la vía férrea.
- Para los trabajos en tanto en la vía férrea, como las diferentes instalaciones de la Empresa Metro de Medellín se exigen que cada cuadrilla o equipos de trabajo cuente con un radio Tetra y una persona que hará las veces de velar por las condiciones de seguridad de la cuadrilla. Así mismo que se realicen o se tengan vigentes todas las coordinaciones, cursos, certificaciones, validaciones, permisos emitidos por el/la profesional de seguridad y salud en el trabajo SST que sean requeridos para llevar a cabo la actividad. Las actividades de implementación se deben acompañar por el profesional responsable SST.
- El radio tetra es un requisito fundamental y de estricto cumplimiento que El Contratista disponga de un (1) radio de comunicación con dos baterías de repuesto, cargador, por cada frente de trabajo o cuadrilla, este equipo será de carácter obligatorio para cada una de las cuadrillas que estén en la vía, cuartos técnicos o en zonas que requieran comunicación con personal Metro (PCC, entre otros), con el fin de establecer una comunicación rápida y eficiente durante la ejecución de los trabajos para procesos críticos. El radio de comunicación debe ser compatible con los utilizados por LA EMPRESA (radios MTP3500 Y MTP 3550 de la marca Motorola en la banda 410 MHz a 430 MHz, con el estándar TETRA)
- El estándar Tetra permite la utilización de marcas diferentes que cumplen con las mismas especificaciones y que son interoperables con infraestructura Motorola, entre esas marcas están SEPURA, HYTERA entre otras. Si El Contratista desea utilizar otra marca distinta de Motorola debe solicitar a su respectivo proveedor el software de programación para que el

área encargada del sistema de radiocomunicaciones de LA EMPRESA programe dichos radios.

- Este radio de comunicación estará bajo la responsabilidad y manejo del personal del Contratista y los gastos por este concepto correrán por cuenta del Contratista y se entienden incluidos en el valor de la oferta.
- Horario de trabajos: en el desarrollo de las actividades del alcance existirán actividades del alcance existirán actividades que deberán hacerse en el horario diurno (cuarto técnico), las demás actividades serán en jornada nocturno , después de la Operación comercial, por lo que en varios casos las cuadrillas solo podrán ingresar de 11:30pm a 3:00am, aproximadamente, estos trabajos son coordinados por la IOT (instrucción Operativa de trabajo) – reunión semanal donde se coordina la logística de los trabajos del Metro. Es necesario que los días jueves se realice una reunión previa con el coordinador del contrato para poder programar las actividades y las necesidades con otras áreas.
- Dotación especial para el personal: todos los elementos de protección personal (botas, casco, chaleco reflectivo, guantes y demás requeridos) serán a cargo del Contratista.
- Reposición de elementos: En caso de que El Contratista dañe las tapas de los cárcamos o las tapas de las cajas y/o arquetas, donde se alojan las cajas de distribución, las deberán reponer; por lo anterior se debe dejar registro fotográfico del estado de las instalaciones al inicio y al final de las labores e incluirlo en el informe de gestión.
- Permisos especiales: Es responsabilidad de El Contratista gestionar los permisos en espacio público de requerirse para la instalación de los cables en las bandejas.
- Para los trabajos nocturnos en las vías férreas se debe tener presente que la iluminación puede ser deficiente y por tal razón, se debe considerar la previsión para la etapa de instalación de lámparas recargables (amigables con el medio ambiente) y si se requiere utilizar herramientas eléctricas, se debe contar con su respectiva planta eléctrica. Todo lo anterior a cargo del Contratista.
- Para todo el personal se deberá realizar la capacitación básica de seguridad y además se deberá prever que el personal debe realizar la capacitación de ingreso a vía férrea y la capacitación de manejo o protocolo de radio como requisito para iniciar actividades en cuartos técnicos y vía férrea.

7.3 Gestión de Activos

En relación con la información técnica de los activos, equipos o componentes:

- El CONTRATISTA entregará la información técnica y administrativa relacionada con de los activos, equipos o componentes generados en el

proyecto en forma digital; para ello deberá diligenciar los formatos y/ o fichas técnicas definidos en su momento por LA EMPRESA Metro de Medellín (EMM), la información se utilizará para activar, contabilizar, catalogar y registrarla información en el ERP del Metro.

- El CONTRATISTA entregará la taxonomía de los equipos así: equipo, componentes y sus partes, información que será utilizada para los módulos de información de en mantenimiento.
- El CONTRATISTA entregará toda la documentación técnica, manuales de mantenimiento, puesta en marcha, hojas de datos, calibración y las rutinas de mantenimiento sugeridas para el activo.

En la etapa de ejecución se entregarán los formatos para ser diligenciados a medida que se vaya ejecutando el proyecto.

7.4 Otros

Se incluyen en esta clasificación cualquier otro componente o subsistema que no se identifique con las definiciones anteriores y que, de acuerdo con los requerimientos para la ejecución del objeto contractual y las condiciones locativas y ambientales, sea indispensable para el correcto funcionamiento del sistema en las condiciones requeridas por La Empresa.

Se deben suministrar e instalar todos los elementos y materiales necesarios incluyendo tubería, bandeja, cable, soportes, etc. para llevar a cabo el objeto del contrato y El Contratista se hace responsable de suministrar, sin que implique mayor costo del contrato, los que por omisión le hayan faltado en su oferta, ingeniería y/o diseño y/o implementación, lo anterior deberá estar incluido en cada una de las unidades funcionales.

En este numeral también se recogen a continuación una serie de requerimientos de carácter general, que El Contratista debe cumplir:

- Realizar ajustes y adecuaciones metalmecánicas secundarias que resulten para la instalación de los equipos como herrajes, canaletas, bandejas, instalación de neopreno en puerta de gabinete donde se tendrá visualización del medidor, velcro entre otros.
- Las ubicaciones técnicas para el montaje de equipos será el cuarto técnico de SAA de La empresa. El contratista contará con dichos espacios. Será responsabilidad del Contratista hacer las instalaciones de los equipos, sin afectar la operación del sistema de suministro de energía planificando siempre la transición con el menor tiempo de ausencia del servicio prestado por la misma.
- Se deberá cumplir la normatividad aplicable.

- Marcaciones: El Contratista deberá marcar cada uno de los equipos, cableado, módulos, sistemas, componentes entre otros, de acuerdo con la marcación que tiene el sistema actual y/o las normas aplicables en Colombia. Dicha marcación debe ser sometida a la aprobación de La Empresa. Se debe generar la documentación con estas marcas. Y de acuerdo con la gestión de activos de La Empresa.
- El Contratista deberá entregar la información técnica y administrativa relacionada con de los activos, equipos o componentes generados en el proyecto en forma digital; para ello deberá diligenciar los formatos y/ o fichas técnicas definidos en su momento por La Empresa, la información se utilizará para activar, contabilizar, catalogar y registrarla información en el sistema SAP ERP del Metro.
- El Contratista entregará la taxonomía de los equipos así: equipo, componentes y sus partes, información que será utilizada para los módulos de información en mantenimiento.
- Transporte y almacenamiento: El Contratista asume la total responsabilidad del transporte y del almacenamiento de los equipos, materiales, entre otros en las áreas puestas a su disposición (cuartos técnicos). Metro de Medellín facilitará el transporte a través de vehículo ferroviario del suministro de elementos de campo hasta la interestación ALP-XPO.
- El Contratista se asegurará contra los riesgos de robo o de degradaciones que puedan producirse tanto en las instalaciones como de sus propias herramientas, equipos y sistemas y hará su asunto personal de cualquier hecho de esta índole, por toda la duración de su responsabilidad.
- Es necesario anotar que de requerirse equipos, materiales o elementos adicionales no descritos en el presente documento y que deban ser tenidos en cuenta para el correcto funcionamiento del retorno ALP-XPO, estos deberán ser asumidos por cuenta y costo del Contratista.
- El Contratista incluirá todos los equipos y herramientas que se requieran para la instalación, pruebas y puesta en servicio esto incluye: equipos de medición, calibración, escaleras, andamios, cargue, descargue, transporte.
- Es tarea del Contratista optimizar la instalación y todos los trabajos que se requieran para el tendido de cableado y adecuación de espacios, y dar las debidas indicaciones al personal Metro para las actuaciones de adecuaciones (adecuación de espacios y canalizaciones, ductos, bandeja, etc.) que fueran necesarios.
- Corre por parte del Contratista las adecuaciones dentro del enclavamiento (puesta a tierras, anclajes de rack, bastidores, gabinetes, entre otros. Así como las adecuaciones en la vía (anclajes para señales, cajas FTGS y cajas de distribuidores de cableado, etc.).

8. Garantía Técnica

La garantía técnica cubre, durante los 12 meses contados a partir de la entrega y recibo a satisfacción del proyecto, el **reemplazo de elementos, componentes, módulos, sistemas y materiales de montaje** que presenten fallo por razones de defecto de fabricación, mal funcionamiento, mal montaje o falla sistémica. La garantía es responsabilidad exclusiva de EL CONTRATISTA y aplica sobre todos los elementos suministrados e instalados en el proyecto del retorno ALP-XPO.

A los efectos de esta garantía, se entiende por reemplazo la sustitución y entrega a LA EMPRESA del elemento averiado que sea directamente intercambiable con el original en cuanto a función, interfaz y prestaciones.

8.1. Prestación del servicio

El servicio de garantía se prestará de lunes a viernes en horario 8:00 – 17:00 horas. Hora Colombia / España, según sea el caso.

El plazo para la devolución del equipo reparado o uno equivalente dependerá de los tiempos logísticos y el cual se notificará a LA EMPRESA según sea el caso.

Los equipos deberán ser recogidos dentro de las instalaciones de LA EMPRESA y serán embalados y protegidos de acuerdo con el procedimiento indicado por EL CONTRATISTA. Es responsabilidad de EL CONTRATISTA la gestión y logística asociado al envío y devolución del equipo en fallo.

Los costos de envío y de devolución correrán por cuenta de EL CONTRATISTA siempre que se determine que el origen de la avería es atribuible a un fallo cubierto por la garantía.

8.2. Recursos y logística

EL CONTRATISTA deberá mantener durante todo el período de garantía:

- Un **stock de repuestos suficiente en Colombia**, dimensionado según su experiencia para cubrir las necesidades previsibles del sistema durante los 12 meses.
- El **conjunto de herramientas** necesarias para la sustitución e instalación de cualquier componente del alcance.
- Para accionamientos de cambiavías y piezas de características similares en cuanto a peso, dimensión y coste, Siemens las enviará **desde fábrica hasta Medellín, Colombia**.

En caso de que Metro de Medellín disponga en su propio stock del repuesto necesario, lo suministrará a manera de **préstamo** para agilizar la resolución de la avería. EL CONTRATISTA queda comprometido a **reponer el stock consumido** en el menor plazo posible. Este mecanismo de préstamo no exime en ningún caso a EL CONTRATISTA de su responsabilidad de garantía, incluso cuando Metro de Medellín no disponga del repuesto.

EL OFERTANTE deberá incluir en su oferta un **organigrama** que defina todos los detalles de la atención de la garantía, incluyendo logística, recursos técnicos, humanos y de repuestos. Asimismo, deberá garantizar mediante carta la **continuidad del suministro** de equipos, software, tarjetas y partes electrónicas instaladas, por un período coherente con el solicitado en el documento de Condiciones para Ofertar.

8.3. Averías sistemáticas

Se considerará avería sistemática cuando se produzcan **tres (3) o más averías repetidas** imputables a la misma causa, en cualquier equipo, elemento o sistema, dentro de un período mínimo de un mes.
Ante la ocurrencia de una avería sistemática:

1. LA EMPRESA notificará el hecho **por escrito** a EL CONTRATISTA.
2. EL CONTRATISTA dispondrá de un plazo máximo de **15 días calendario** para presentar un estudio detallado que determine el origen de la avería y los mecanismos que serán aplicados para su solución definitiva.

3. EL CONTRATISTA deberá iniciar **de inmediato** las acciones correctivas, cuyo resultado será verificado mediante las pruebas correspondientes, a entera satisfacción y **sin coste alguno** para Metro de Medellín.

8.4. Responsabilidad económica

El análisis, la búsqueda de solución definitiva y todos los costes asociados a la atención de la garantía son responsabilidad exclusiva de EL CONTRATISTA.
En caso de no atender las fallas cubiertas por la garantía técnica en los plazos y condiciones establecidos, EL CONTRATISTA responderá por los perjuicios económicos causados a LA EMPRESA, incluyendo **daño emergente** y **lucro cesante**, si LA EMPRESA así lo requiere.

8.5. Soporte Técnico

El soporte técnico es el servicio de asistencia de los equipos de Siemens para el **diagnóstico y resolución de incidencias** durante la vigencia del contrato. Se estructura en tres niveles de escalado y dos fases temporales diferenciadas, resumidas en la Tabla 19:

Niveles de escalado

Nivel	Responsable	Función
Nivel 1	Equipo técnico de Metro de Medellín	Detección, diagnóstico inicial y resolución en primera instancia. Escala a Siemens Colombia si no puede resolver.
Nivel 2	Siemens Colombia	Punto de contacto único de Metro de Medellín con Siemens. Coordina y resuelve las incidencias escaladas.
Nivel 3	Siemens España	Soporte especializado a Siemens Colombia para la resolución de incidencias de mayor complejidad. Metro de Medellín no interactúa directamente con este nivel.

Tabla 19. Niveles de Escalado

8.5.1. Soporte in-situ (meses 1 al 3)

Durante los tres primeros meses posteriores a la entrega y recepción formal del proyecto, los equipos de Siemens Colombia y Siemens España se coordinarán para prestar **soporte presencial en Medellín**, cubriendo tanto incidencias de software como de hardware.

Clasificación de incidencias y tiempos de respuesta

El personal técnico de Metro de Medellín (Nivel 1) realizará el diagnóstico inicial de cada incidencia y la clasificará según su impacto en la operación, según lo presentado en la Tabla 20:
:

Tipo	Descripción	Tiempo máximo de resolución
Crítica	Afecta a la operación y al servicio comercial de la Línea A	**8 horas**
Menor	Afecta a la funcionalidad del retorno, pero permite operar sin afectar el servicio comercial	**48 horas**

Tabla 20. Clasificación de Incidencias

EL CONTRATISTA deberá contar en todo momento con el recurso humano, los repuestos y la logística necesaria para cumplir estos plazos. Si en algún caso excepcional se prevé que no podrá cumplirse el tiempo máximo, EL CONTRATISTA notificará a LA EMPRESA antes del vencimiento del plazo, indicando la causa y el nuevo tiempo estimado de resolución.

8.5.2. Soporte Remoto (meses 4 al 12)

A partir del cuarto mes, el soporte técnico de Siemens pasa a prestarse de forma **exclusivamente remota** y queda limitado a **incidencias de software** que el equipo de Metro de Medellín (Nivel 1) no pueda resolver por sí mismo.

Cualquier avería de hardware que se produzca a partir del cuarto mes deberá tramitarse a través de la garantía, conforme a lo establecido en el numeral 8 de este documento.

Los canales y horarios de atención remota se identifican en la Tabla 21:

Equipo	Horario	Zona horaria
Siemens Colombia (Nivel 2)	8×5 · 9:00–17:00 hrs.	UTC-5 (hora de Colombia)
Siemens España (Nivel 3)	8×5 · 9:00–17:00 hrs.	UTC+1 (hora de España)

Tabla 21. Canales y horarios de atención

El procedimiento de atención, los canales de comunicación específicos y los datos de contacto del personal responsable serán acordados entre EL CONTRATISTA y LA EMPRESA antes del inicio del período de garantía, y quedarán recogidos en un documento de procedimiento aprobado por LA EMPRESA.

9. Escalabilidad y Ventana Tecnológica

Se debe garantizar que la tecnología implementada bajo el presente contrato será compatible a futuro con las evoluciones que dicha tecnología experimente.

La ventana tecnológica del TCM100 deberá ser mínimo de 15 años contados a partir de la entrega y recibo a satisfacción por parte de La Empresa. Durante los 15 años en mención, Los equipos y software deberán ser soportados por el fabricante, es decir, que El Fabricante deberá garantizar a LA EMPRESA que:

- Para el caso del software, se deberá contar con las evoluciones.
- Para el caso de los equipos, en el evento que se requiera el reemplazo de alguno, el nuevo deberá poder integrarse a la plataforma.

Para lo anterior se deberá anexar en la oferta carta del fabricante con el compromiso requerido por LA EMPRESA.

10. Formación y Capacitaciones

La capacitación y transferencia del conocimiento relacionado con la implementación del retorno deberán garantizar que el personal de LA EMPRESA sea autosuficiente en la realización de las labores de operación, mantenimiento, de los sistemas y equipos, así como las tareas de revisión de funcionamiento de los nuevos equipos y funciones operativas implementadas.

Con la transferencia del conocimiento tecnológico, el Contratista debe garantizar que LA EMPRESA queda con la capacidad para realizar la operación, el mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo y basado en condición de los equipos y su sistema e igualmente las mejoras que su crecimiento exija, el personal a formar debe conocer todos los cambios realizados en la tabla de explotación y como es la dinámica de funcionamiento de este nuevo retorno, es esencial que se capacite a los formadores del PCC y estaciones, al personal de planificación como es la dinámica de estos nuevos bucles, la parte de mantenimiento es importante los TCM: configuración de puesta en marcha, sintonización en la vía, monitoreo y la interfaz con sistema FTGS actual.

EL Contratista debe realizar un programa de entrenamiento teórico práctico, para todo el personal operativo (Sistema Operativo (mantenimiento y operación), los cuales deberán quedar certificados mediante evaluación teórico y práctica, en los cambios realizados de la tecnología con que cuenta LA EMPRESA.

Se deberán incluir las memorias en medio digital para La Empresa y cada uno de los asistentes. El contenido debe tener como mínimo los siguientes ítems:

- Visión general de los cambios realizados a los sistemas a nivel funcional, técnico y operativo.
- Descripción de los nuevos equipos implementados.
- Documentación del desarrollo y programaciones realizadas en software ATP y enclavamientos.
- Documentación del desarrollo, programaciones y configuraciones realizadas en los equipos TCM100, tanto en el equipo como en la vía (ajustes, sintonización, puesta a punto y entrega a la operación).
- Planos de cableados realizados internamente en gabinetes TCM100 y con el resto de los subsistemas (ATP, enclavamiento, campo, etc.).
- Back-up de software de TCM100, ATP, Westrace MK2, FTGS, Rail9000, Falko y cualquier otro Sistema que haya sufrido modificaciones a nivel de software debido a la implementación del retorno.
- Interfaz de funcionamiento de TCM100 y FTGS actual de la Empresa.

En la propuesta el oferente deberá contemplar la duración e intensidad de la capacitación y entrenamiento, la cual no puede ser inferior a 24 horas para cada uno de los grupos conformados. Los programas de capacitación preparados por el proponente serán analizados previamente a la capacitación y entrenamiento por LA EMPRESA y deberán ser modificados a solicitud de este si así lo considera.

Los grupos mínimos serán por área de mantenimiento, operativa y formación definiendo la cantidad exacta de usuarios por cada área en el momento de

conocerse el Plan de Formación que EL CONTRATISTA entregará, partiendo de esto, se indica en la Tabla 22 los siguientes públicos objetivos de dicha formación:

ÁREA	CANTIDAD ESTIMADA
Infraestructura – Señalización	32 personas (3 Grupos)
Sistema Operativo – Operadores de Línea, Supervisor de Operaciones, Programadores de Horarios y formadores	60 personas. (3 Grupos)

Tabla 22. Cantidad Estimada Grupos de Formación

El contratista deberá realizar un proceso de capacitación dirigido al personal operativo, de planificación y de mantenimiento del sistema de señalización, con el fin de garantizar la correcta comprensión y operación del nuevo retorno ALP-XPO y de las modificaciones introducidas en la tabla de explotación del sistema.

Dicha capacitación deberá incluir, como mínimo, la explicación detallada de los cambios realizados en la lógica de explotación ferroviaria, la dinámica de operación de los nuevos bucles operativos asociados al retorno y su interacción con el sistema de gestión de tráfico. En este proceso deberán ser capacitados los formadores del Puesto Central de Control (PCC) y del personal de estaciones, así como el personal del área de planificación responsable de la programación y gestión de los nuevos esquemas operativos.

Adicionalmente, el contratista deberá impartir formación técnica al personal de mantenimiento en relación con el sistema de detección de trenes basado en circuitos de vía TCM100, incluyendo como mínimo los procedimientos de configuración para puesta en marcha, sintonización de los circuitos en vía, verificación de parámetros de operación y monitoreo del estado de detección del tren, en concordancia con las características funcionales del sistema y su interfaz con el enclavamiento electrónico Westrace MK2 y ATP.

Las fechas y horarios para ejecutar las actividades de formación serán acordadas entre El Contratista y los supervisores técnicos del contrato para garantizar la correcta coordinación del personal requerido sin afectar la operación y mantenimiento del sistema.

LA EMPRESA se reserva el derecho de interrumpir la capacitación cuando a su juicio considere que no se está cumpliendo con el programa o los objetivos de este o que su calidad es deficiente. El Contratista se compromete a dar solución

inmediata al reclamo, so pena de incurrir en el incumplimiento de una de sus obligaciones contractuales.

Acompañamiento: Durante la ejecución del contrato La Empresa podrá designar al personal técnico que estime conveniente para participar en la ejecución de las diferentes etapas del proyecto, con el fin de realizar la transferencia tecnológica. En todo caso será responsabilidad total del Contratista la ejecución de actividades y tareas particulares sin responsabilidad del personal que el Metro disponga para este apoyo.

11. Documentación

El Contratista entregará a LA EMPRESA la documentación técnica y comercial que de conformidad con la naturaleza del objeto del contrato entendida como la ampliación del nuevo retorno ALP-XPO para poder realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas implementados.

La Empresa podrá hacer uso de toda la información entregada por El Contratista con motivo del contrato, sin ninguna restricción, con propósitos de operación, mantenimiento, modificaciones del sistema y administración.

Es requisito para el recibo a satisfacción que El Contratista entregue la documentación en la versión final “as built”. La documentación deberá tener un índice para facilitar la consulta y toda la información deberá estar debidamente clasificada.

Los documentos en su versión final “as built” serán sometidos a revisión y deberán ser entregados y puestos físicamente en los cuartos técnicos (donde se realizó la intervención y/o modificación) y PCC, una copia de toda la documentación en biblioteca, y una copia de la documentación (formato digital con toda la información actualizada) como requisito para el recibo a satisfacción por parte de LA EMPRESA, por lo menos dos (2) semanas antes de la fecha de entrega de los equipos. Adicionalmente, estos manuales, documentos y/o planos se entregarán en archivos magnéticos en formato compatible con Microsoft Office y/o pdf.

Los documentos en su versión final “as built” deberán ser entregados en medio digital, en los formatos PDF y editables (.doc, .xls, .dwg y otros que apliquen).

La documentación a entregar incluye creación de carpeta digital que mínimamente cuente con la siguiente información:

- Descripción detallada de las ampliaciones y modificaciones a los sistemas y los equipos, incluyendo sus partes, componentes y accesorios, incluyendo el listado de diagramas y documentos relacionados con todas las modificaciones.
- Principios operacionales de la implementación del retorno. Se incluirán las bases técnicas que permitan visualizar la operación de los equipos, incluyendo diagramas, cuando resulte pertinente.
- Instrucciones de montaje, incluyendo planos, esquemas, secuencias, tolerancias, equipos especiales y toda otra información necesaria para un correcto montaje del nuevo equipamiento que opera el retorno.
- Planos de cableado de energía de todos los componentes asociados a la implementación del retorno y cualquier modificación sobre los sistemas actuales.
- Configuración de cada nuevo equipo incorporado y toda configuración sobre el equipamiento actual que haya sufrido modificaciones.
- Listado completo de partes y repuestos asociados al retorno con su codificación.
- Documentos de la descripción de los cambios, implementaciones, configuraciones y modificaciones del software de enclavamientos, ATP y TCM100.
- Manual de mantenimiento de todo nuevo equipamiento incorporado.
- Manual de operación de todo nuevo equipamiento incorporado.
- Archivo (datasheet) con características y descripción del fabricante de cada componente del sistema.
- Direccionamiento IP de cada equipo con su nombre y ubicación exacta dentro de cada gabinete TCM100.
- Protocolos de pruebas.
- Registro tecnológico bajo los parámetros definidos en el numeral 11.3 de este documento.
- Diagramas eléctricos sobre las implementaciones y modificaciones producto de la incorporación del retorno.
- Planos de montaje de las implementaciones y modificaciones producto de la incorporación del retorno.
- Realizar la gestión de proyecto (seguimiento a los diseños, actas de reunión, aceptación y entregables), entre otros bajo la metodología de gestión de proyectos del Metro de Medellín.

Sin perjuicio de los demás antecedentes que se detallen en las especificaciones, los manuales de equipos comprenderán la descripción clara, sencilla e inequívoca de toda la información que se necesita para montar, operar y mantener los equipos.

- **Documentación del Software:** Se deben suministrar los procedimientos de Backup o respaldo del software y de revisión de logs y archivos de configuración y licencias. También se deben suministrar los documentos de

diseño del sistema con la adaptación para La Empresa y los manuales de cada uno de los módulos y submódulos.

- **Procedimiento de control de versiones del software:** Se debe suministrar un procedimiento de control de versiones de ATP; enclavamiento Westrace y TCM 100 basado en una norma y posibles herramientas que se puedan utilizar para el tema.
- **Documentación de los Protocolos de Pruebas:** El Contratista debe entregar a LA EMPRESA mínimo una (1) copia en papel de los protocolos de pruebas con el registro de los resultados y tres (3) copias en medio magnético de los protocolos escaneados con el registro de los resultados de las pruebas y las firmas de las personas que participaron, verificaron y son responsables de los resultados.

El software debe ser entregado a La Empresa (como requisito para el recibo a satisfacción) en cuatro (4) copias así:

- Dos copias en memoria USB de la configuración final de los equipos. El resto del software podrá ser una imagen que se permita copiar en los equipos o hardware frente a un daño de una o varios equipos. Para lo anterior también deberán quedar los instructivos detallados.
- Dos copias de la imagen del software que se permita instalar o copiar en el equipo en el cual queda implementado el software. Una de las copias deberá estar en el PC que hace parte del alcance requerido en el presente contrato y otra copia en un servidor que definirá LA EMPRESA en la etapa de diseño. Es necesario anotar que la copia imagen debe servir como backup en caso de mal funcionamiento del software implementado y modificado. Para lo anterior también deberán quedar los instructivos detallados.
- El Contratista entregará un documento donde conste el tipo de licenciamiento adquirido, con número de licencias autorizadas para su uso, la vigencia y el nombre del software. Debe autorizar de manera explícita a LA EMPRESA el uso de versiones posteriores que se liberen durante el periodo de la vigencia del contrato.

Presentación de informes durante la ejecución. LA EMPRESA solicitará al Contratista los informes que a su juicio estime convenientes. Adicionalmente se exigen como obligatorios los siguientes informes:

- **Informes de seguimiento y avance:** Mensualmente se presentará a La Empresa un informe de seguimiento y avance en el cual se detallarán las labores ejecutadas durante el período además de los temas administrativos y financieros. LA EMPRESA suministrara el formato.

- **Informes específicos:** Son los informes que a juicio LA EMPRESA le solicite sobre aspectos o problemas técnicos específicos surgidos durante alguna de las fases del proyecto.

11.1. Documentación Técnica de Operación y Mantenimiento - Condiciones generales

El Contratista queda obligado a suministrar a su cargo 3 copias de los manuales de operación: sinóptico o videográfico implementado, cuadros de incompatibilidades, memoria explicativa de la funcionalidad del sistema. La documentación estará integrada por lo menos por los siguientes documentos:

- **Memoria.** En ella se describirán la funcionalidad, el estado y los manuales de operación de todas las instalaciones proyectadas en todos sus aspectos.
- **Planos.** Se incluirán todos los planos y esquemas de detalle, listas de cables, regletas, componentes, etc. Incluyen planos acotados y esquemas eléctricos de los circuitos de todos los equipos, tanto cableados como impresos según aplique, con identificación de todos los componentes.
- **Documentación SW y HW:** Según lo indicado más adelante.
- **Documentación de Mantenimiento.**

Plan de mantenimiento y conservación de los equipos y sistemas:

- Relación de equipos de medición y pruebas necesarias para realizar el mantenimiento, con indicación de características, marca y tipos recomendados.
- Lista detallada de repuestos recomendados para un año.
- Manual de mantenimiento para cada uno de los equipos.
- Operaciones para realizar en cada equipo, modo de llevarlas a cabo y periodicidad.

Toda la documentación de todos los equipos se entregará en idioma español. Además de la documentación en papel se entregará dos (2) copias en memoria USB. En ningún caso, salvo que sea expresamente admitido, se entregarán los ficheros en formato comprimido o Back-up, de forma que sea posible el acceso directo e individual a los ficheros contenidos en cada soporte suministrado.

Los formatos de los ficheros admitidos serán los siguientes:

- Procesador de textos: WORD.
- Hoja de cálculo: EXCEL.
- Dibujos: AUTOCAD.
- Gráficos: POWER POINT

Cualquier modificación que se realice durante la instalación o el periodo de garantía, implicará la entrega de la documentación rectificada en el plazo máximo de un mes. El Contratista deberá garantizar que las correcciones realizadas durante el desarrollo del proyecto quedarán registradas en la Ingeniería As-Built, las correcciones llevadas a cabo, y las cuales se registran en los planos rojo/verde se deberán corroborar al finalizar el proyecto, esto con el fin de garantizar que cualquier modificación de última hora quede completamente documentada.

En general se entregará toda la documentación necesaria para la buena explotación y mantenimiento de los sistemas, a nivel de "software", y de "hardware" y de la instalación.

11.2. Documentación Software

a) Software de mercado

Por cada paquete de software de mercado utilizado (sistema operativo, base de datos, compiladores, diseñador gráfico, etc.), tendrá que suministrarse como mínimo la documentación siguiente:

- Juego de manuales completo (instalación y administración, usuario, referencia, etc.).
- Listado y descripción detallada de la "personalización" y/o parametrización.
- Para aquellos programas que funcionen en base a licencias, se entregará, además de todas las licencias de uso (run time) necesarias.

b) Software desarrollado para Metro Medellín

En caso de desarrollarse un software nuevo para Metro de Medellín, tendrá que suministrarse como mínimo:

- Documentación de diseño y desarrollo con sus correspondientes diagramas de bloques, diagramas de flujo de datos, etc.
- Documentación de la funcionalidad de los software implementados o configurados.
- Listado detallado y comentado de todas las aplicaciones.
- Listado de los ficheros de generación de la aplicación, makefiles, etc.
- Documentación detallada de las parametrizaciones de cada módulo o funcionalidad.
- Manuales de usuario, programador, mantenimiento, etc.
- Listado de las bases de datos, detalladas y comentadas.

- Documentación detallada y comentada de las interfaces entre cada módulo o funcionalidad.
- Listado y documentación detallada de los protocolos de comunicaciones.

c) Documentación Hardware

En cuanto al hardware utilizado e incorporado en el retorno, considerando la actualización de la documentación de los sistemas modificados se hará entrega como mínimo:

- Listado de equipos y componentes, con los números de serie y la localización de los equipos donde estén instalados.
- Esquema detallado y comentado del conexionado en todos los niveles (alimentación, comunicaciones, etc.).
- Esquema detallado del conexionado de entradas/salidas del enclavamiento electrónico, equipos ATP, TCM100 y equipos en vía férrea.

d) Compatibilidad electromagnética

- Las perturbaciones electromagnéticas generadas por equipamientos eléctricos o electrónicos pueden degradar la calidad y el funcionamiento de otros equipos cercanos o del propio, sean exteriores o interiores a la esfera del Metro de Medellín.
- Las perturbaciones electromagnéticas pueden propagarse por radiación, por conducción o por combinación de estos dos modos. Debido a ello y para asegurar y garantizar la compatibilidad electromagnética de todos los equipos y su entorno, **El Contratista deberá asegurar que cumple estrictamente las normas NF F05-510 y NF F01-510 u otra norma equivalente.**

El Contratista deberá estudiar detenidamente el espectro electromagnético de la zona de influencia para los sistemas de señalización de línea A y el sistema que implemente deberá estar suficientemente blindado contra todo tipo de interferencias de dicho espectro.

11.3. Registro Tecnológico

El registro tecnológico, en el desarrollo del presente objeto contractual, incluye:

- Descripción general del proyecto
- Lecciones aprendidas de conocimientos críticos

- Aspectos positivos durante el desarrollo del proyecto, por ejemplo: creación de un nuevo componente, generación de nuevo conocimiento en el mercado, entre otros similares.

En todo caso, El Contratista y LA EMPRESA deberán, de manera conjunta, identificar las temáticas a las que se deberá generar el registro tecnológico y las herramientas digitales de última generación que se requerirán para la misma.

Sin embargo, y con el fin de valorar este componente, el proponente deberá aportar en la tabla de precios de este proceso, una propuesta descriptiva básica de lo que podría ser dicho registro (contenido, extensión de este, herramientas digitales de última generación) y el valor de este. En el formulario de precios se solicitará una valoración del registro, pero queda a potestad de LA EMPRESA tomar la decisión si contrata o no.

12. Seguridad y Ciberseguridad

Teniendo en cuenta los principios de ciberseguridad de LA EMPRESA orientados a garantizar la disponibilidad, integridad y confidencialidad de los sistemas a su haber, a través de controles y mejoras para una administración y operación segura, se requiere que El Contratista desarrolle y gestione controles y buenas prácticas que se definan de manera conjunta con el área de Sistema Operativo. Para tal fin, deberá tener en cuenta como mínimo los siguientes numerales:

12.1. Requisitos Generales de Seguridad de la Información

- **Políticas de Seguridad de la Información:** El Contratista debe implementar y/o gestionar las políticas de seguridad de la información que deben ser implementadas en las plataformas que están dentro del alcance del presente contrato.
- **Formación del personal:** El Contratista debe demostrar que ha instruido y capacitado a su personal en el adecuado manejo y reserva de la información y bases de datos a las que tiene acceso, así mismo, en el cumplimiento de las políticas de seguridad de la información y la detección y respuesta ante eventos e incidentes.
- **Seguridad de los equipos de cómputo y legalidad de software:** El Contratista debe garantizar que la información intercambiada con LA EMPRESA o recolectada bajo el contrato será procesada o almacenada en equipos de cómputo y servidores autorizados, que cuenten con sistema operativo legal y actualizado a sus últimas versiones estables y con soporte técnico del fabricante y que tengan instalado software antivirus de uso corporativo, completamente actualizado y con soporte del fabricante. Asimismo, debe demostrar que posee y ha adquirido de manera legal la

licencia o la autorización para el uso de los programas, software, aplicativos y hardware que utilizará para el desarrollo del objeto contractual.

- **Conexión de equipos a las redes de La Empresa:** en caso de que El Contratista para cumplir con el objeto contractual requiera tener acceso autorizado al sistema, red o a algún recurso tecnológico de La Empresa, se obliga a observar y a cumplir la política de seguridad de la información establecida, asimismo, acepta los controles de ciberseguridad implementados, entre los cuales se resaltan mas no se limita a los siguientes:

  A. Para equipos del Contratista que requieren conexión directa a las redes de La Empresa:

     - Instalación antivirus corporativo de La Empresa en los equipos de Contratista en sitio.
     - Monitoreo y control de uso del servicio de internet corporativo.
     - Monitoreo y protección mediante dispositivos de seguridad perimetral.
     - Control del inventario de hardware y software.
     - Seguimiento periódico al uso de software legal.
     - Control de acceso mediante controlador de dominio.
     - Políticas de seguridad a nivel de red.
     - Intervenciones de hardware y software controlados por la mesa de servicios de La Empresa.
     - Borrado seguro de la información de La Empresa y formateo del equipo al finalizar la relación contractual.

  B. Para equipos del Contratista que requieren conexión a través de software de conexión remota o a través de VPN a los sistemas de información o redes de La Empresa:

     - Software de conexión remota debe ser licenciado para uso corporativo.
     - Se verifica el cumplimiento de los requisitos de Seguridad de los equipos de cómputo y legalidad de software por parte de La Empresa para conexiones VPN.
     - Instalación de cliente VPN de La Empresa una vez autorizada la conexión.
     - Monitoreo y protección de las conexiones VPN mediante dispositivos de seguridad perimetral.
     - Control de acceso mediante dispositivos de seguridad perimetral.
     - Políticas de seguridad a nivel de red.
     - Borrado seguro de la información de La Empresa al finalizar la relación contractual.

- **Gestión de eventos e incidentes de seguridad y privacidad de la información:** El Contratista debe reportar a LA EMPRESA los eventos o incidentes de seguridad que afecten o tengan el potencial de afectar la entrega de los bienes o la prestación del servicio contratado, afectar las bases de datos a su cargo, la información intercambiada entre las partes, los sistemas de información de La Empresa o la información alojada en estos, y todas aquellas situaciones de alto riesgo que sean reportadas por sus empleados y aliados de negocio, detectadas por sus sistemas de monitoreo y control o a través de las auditorías que realiza. El correo electrónico al cual deben reportarse los eventos o incidentes de seguridad de la información es seguridaddigital@metrodemedellin.gov.co.

  El Contratista debe informar a La Empresa cual será el correo electrónico oficial desde el cual se generarán estos reportes el cual será el mismo al que La Empresa reportará aquellas situaciones de riesgo para él.

- **Almacenamiento e intercambio seguro de información:** En caso de requerirse el intercambio de información entre La Empresa y El Contratista, deberá realizarse utilizando mecanismos seguros que minimicen el riesgo de acceso no autorizado, alteración, pérdida o fuga de esta. Asimismo, debe contar con mecanismos que garanticen la confidencialidad e integridad de la información a la que por objeto del contrato se le haya dado acceso o tenga almacenada en sus equipos y sistemas de información y garantizar que el acceso a esta únicamente estará disponible para personal autorizado y capacitado para su adecuado manejo y custodia.

- **Correo electrónico para comunicación con La Empresa:** El Contratista debe contar con sus propios correos electrónicos para su personal durante la vigencia de los contratos. El correo debe ser de un dominio asociado a LA EMPRESA CONTRATISTA o aliada, ejemplo, pepitoperez@empresa.com. No se admite el uso de correos electrónicos en dominios gratuitos como Gmail, Hotmail, Outlook, Yahoo, entre otros. Estos dominios pueden ser bloqueados por las plataformas de seguridad dado que suelen ser usados para campañas maliciosas y envío de spam. Se debe evitar el envío de correos masivos o spam hacia cuentas de correo de La Empresa para evitar ser bloqueados por las plataformas de seguridad, afectando la comunicación necesaria para la ejecución del contrato.
  El Contratista debe configurar adecuadamente sus plataformas de correo para evitar ser víctima de suplantaciones de identidad o que los correos sean bloqueados por las plataformas de seguridad de LA EMPRESA, afectando las comunicaciones durante la ejecución contractual.

- **Capacitaciones de seguridad de la información citadas por La Empresa:** El Contratista debe asistir a las capacitaciones que en materia de seguridad de la información La Empresa realice y que a través de los supervisores de contrato se dan a conocer.

12.2. Requisitos Específicos para servicios de Desarrollo de Software con personal en sitio o remoto

- **Protección de información confidencial o sensible:** La información y datos sensibles y/o confidenciales a los que tenga acceso El Contratista a través de medios de almacenamiento externo o que se encuentre almacenada en sus equipos, bases de datos o sistemas de información, debe contar con las medidas de protección necesarias para prevenir el acceso, manipulación y modificación, extracción o transmisión no autorizados.
- **Gestión de riesgos de seguridad y tratamiento de datos personales:** El Contratista debe informar si realiza gestión de los riesgos informáticos asociados al servicio prestado, entre los cuales se mencionan:

    - Adulteración, perdida, consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento a bases de datos personales.
    - Acceso no autorizado a sistema de información o redes de datos.
    - Fuga de Información.
    - Instalación y uso de software ilegal.
    - Instalación de software malicioso.
    - Fraude utilizando medios informáticos.
    - Mala utilización de los equipos informáticos y redes de datos.
    - Tratamiento inadecuado de datos personales.

- **Control de acceso a la información y cuartos de procesamiento de datos:** El Contratista debe contar con medidas administrativas y técnicas para controlar el acceso físico y lógico a las bases de datos personales de LA EMPRESA, y en general, a la información según su clasificación, a los sistemas de información, centros de procesamiento de datos y equipos informáticos clasificados como críticos.
  El Contratista debe garantizar que únicamente los usuarios autorizados, con el rol necesario y con acuerdo de confidencialidad vigente accedan a las bases de datos personales.

- **Monitoreo de sistemas de información:** El Contratista debe demostrar que realiza el monitoreo permanente de las bases de datos, sistemas de información y la infraestructura tecnológica que los soporta, así como las actividades que realizan los usuarios autorizados y no autorizados con el fin

de evitar afectaciones a la integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información y actuar oportunamente en caso de cualquier evento o incidente de seguridad.

- **Comunicación segura:** El Contratista debe contar con mecanismos de comunicación seguros, para garantizar que los datos personales e información sensible o confidencial que por cualquier motivo deba ser intercambiada con La Empresa o terceros autorizados por esta, no sea vista, adulterada, modificada, transmitida o transferida a personas o entidades no autorizadas.
- **Acuerdos de confidencialidad:** El Contratista debe realizar acuerdos de confidencialidad con los empleados, dependientes, Contratistas o Subcontratistas que tengan acceso a los datos personales, información sensible o confidencial.

- **Auditoría sobre los sistemas de información y bases de datos personales:** El Contratista debe demostrar que cuenta con una política de auditorías de seguridad de la información y bases de datos personales con el fin de identificar posibles vulnerabilidades que pongan en riesgo la información de LA EMPRESA y la disponibilidad de los servicios. Los protocolos de auditoría establecidos deben incluir la identificación y remediación de vulnerabilidades técnicas y administrativas sobre las bases de datos personales, así como los sistemas de información, los equipos, la infraestructura tecnológica y las personas que intervienen en el tratamiento de los datos.

- **Seguridad de los equipos de cómputo, periféricos y software:** El Contratista deberá proporcionar a La Empresa el listado de equipos de cómputo, periféricos y software de su propiedad que utilizará para dar cumplimiento y ejecución a las actividades del contrato. Los equipos de cómputo deberán contar con sistema operativo Windows 10 Professional versión 1909 o superior, completamente licenciado y actualizado con los últimos parches liberados por Microsoft.
  Los periféricos como impresoras, scanner, u otros que son propiedad de El Contratista para la ejecución del contrato, deberán contar siempre con las últimas actualizaciones de firmware, controladores y software requerido para su funcionamiento.

  Los equipos de cómputo que son dedicados exclusivamente al contrato con LA EMPRESA estarán sujetos a las políticas de seguridad establecidas, entre las cuales se incluye más no se limita a:

  - LA EMPRESA instalará el software antivirus para monitorear el estado de seguridad de los equipos de cómputo y responder ante los eventos e incidentes de seguridad asociados a estos.

- LA EMPRESA instalará un aplicativo para mantener control sobre el inventario de hardware y software del equipo.
- LA EMPRESA instalará las herramientas requeridas para el soporte técnico remoto.
- La Empresa controlará el despliegue e instalación de actualizaciones de seguridad del equipo.

El Contratista es responsable de mantener en buen estado los equipos de cómputo y periféricos requeridos para la ejecución de las actividades del contrato y deberá realizar los cambios, reparaciones o actualizaciones que requieran los equipos para garantizar su continuidad y la seguridad de las actividades realizadas con estos.
El Contratista debe garantizar la legalidad del software instalado en sus equipos, asimismo, deberá aplicar las actualizaciones necesarias para el correcto y seguro funcionamiento de este.

- **Conexión remota:** Cuando para cumplir con los servicios alcance del contrato El Contratista requiera la conexión remota desde internet hacia los recursos de la red interna lo debe realizar mediante herramientas especializadas y licenciamiento de su propiedad.

  Para aquellos servicios en los que se requiera acceso VPN, esta será proporcionada por La Empresa. El supervisor del contrato será responsable de realizar la solicitud la cual estará sujeta a la autorización por parte del proceso de Ciberseguridad.

- **Desarrollo Seguro:** El Contratista debe garantizar que utiliza metodologías o buenas prácticas para el desarrollo seguro de software. A continuación, algunas de las más utilizadas:

  - Proyecto abierto de seguridad de aplicaciones web (OWASP, por sus siglas en inglés).
  - Ciclo de vida de desarrollo de seguridad de Microsoft (Microsoft SDL, por sus siglas en inglés).
  - Modelo de Madurez para Aseguramiento de Software (SAMM, por sus siglas en inglés).

  En el caso de dispositivos móviles, los desarrollos deberán realizarse con las indicaciones de las mejores prácticas del estándar OWASP para móviles.

- **Propiedad intelectual y derechos patrimoniales:** El contrato resultante incluirá una cláusula de propiedad intelectual y derechos patrimoniales.

- **Virus y Código de Inhabilitación**. El Contratista garantiza que no introducirá ni codificará ningún virus ni código de inhabilitación no autorizado en ningún entregable de software provisto en virtud del contrato, ni introducido en la red o sistema de La Empresa.

  EL CONTRATISTA utilizará software y dispositivos antivirus estándar de la industria para monitorear todos los entregables de software antes de la entrega a La Empresa, a fin de evitar cualquier virus, gusano o demás códigos informáticos que tuvieran como efecto inhabilitar o interrumpir el funcionamiento del sistema informático o destruir, borrar o de otra manera dañar cualquier información, software o hardware de LA EMPRESA.

- **Análisis de seguridad de los desarrollos:** El Contratista con sus propias herramientas o través de un tercero autorizado, deberá realizar auditorías técnicas de seguridad sobre los productos de software desarrollados o modificados en virtud del contrato, con el fin de identificar posibles vulnerabilidades técnicas que pongan en riesgo la información de LA EMPRESA y la disponibilidad de los sistemas de información o servicios de tecnología. El informe de las auditorías de seguridad realizadas y las remediaciones aplicadas deberán ser entregados a LA EMPRESA.
  En caso de que LA EMPRESA lo requiera podrá realizar sus propias auditorías técnicas con la coordinación y planificación de ambas partes. El resultado del análisis de vulnerabilidades será compartido con El Contratista para que realice la remediación de las vulnerabilidades encontradas en un plazo acordado entre las partes y antes de la puesta en productivo de cualquier producto de software.

- **Aseguramiento de calidad del software:** Se entiende por este, el proceso de pruebas de calidad del software o la funcionalidad desarrollada que busca tener el mínimo de errores en producción. El Contratista garantizará la calidad de los productos de software no solo a través de sus propios procesos de calidad internos, y de ser necesario, a través de un tercero especializado en aseguramiento de calidad de productos de software y autorizado por La Empresa.

- **Entrega de la información software y firmware:** El Contratista se obliga a entregar la toda información relacionada con el con las funcionalidades a nivel de software y firmware que desarrolle o resultado de la ejecución del contrato. Igualmente. El plazo máximo para la entrega de la información será el acordado entre ambas partes.

- **Destrucción de la información almacenada:** Una vez finalizada el contrato o alianza se debe destruir la información que sea propiedad o se encuentre bajo responsabilidad de LA EMPRESA y que se encuentre almacenada en las

bases de datos y equipos de El Contratista, con procedimientos que garanticen la no recuperación de esta.
El Contratista una vez realizado el borrado seguro de la información y en un plazo máximo de quince (15) días calendario contados a partir de la fecha fin del servicio contratado, debe suministrar una certificación firmada por el representante legal en la que brinde información sobre el procedimiento aplicado, así como las herramientas de hardware y software, técnicas o algoritmos utilizados para el borrado de la información.

12.3. Requisitos Específicos para la instalación de equipos

Instalación de equipos en cuartos técnicos: La instalación de equipos al interior de cuartos técnicos debe contar con autorización de LA EMPRESA.
El Contratista debe garantizar que la instalación de equipos será realizada por personal capacitado y debidamente autorizado en lugares en los que no se intervenga con otros equipos de La Empresa ni se ponga en riesgo su funcionamiento, con el acompañamiento del personal de La Empresa responsable de la señalización y de los administradores de otros sistemas que pudieran verse afectados.

- **Conexión de equipos a la infraestructura de La Empresa**: La conexión de equipos a la infraestructura de La Empresa debe contar con la autorización de La Empresa. En todo caso, El Contratista debe garantizar que la conexión será realizada por personal capacitado y debidamente autorizado con el acompañamiento del personal de LA EMPRESA responsable de la infraestructura.

- **Control de acceso físico a cuartos técnicos**: Para el acceso a los cuartos técnicos de La Empresa, El Contratista debe solicitarlo al profesional asignado como responsable por parte de LA EMPRESA, quien a su vez debe gestionar al interior las respectivas autorizaciones y el acompañamiento del personal responsable de la infraestructura, según lo establecido en el procedimiento para gestión de acceso a cuartos técnicos, datacenters y el procedimiento para administración de infraestructura y telecomunicaciones.

- **Actividades y metodología para el desarrollo y configuración del sistema:** El Contratista deberá seleccionar un personal competente y calificado para el desempeño de estas labores, de manera que garantice la buena calidad de los trabajos a ejecutar. La instalación en los equipos implica que el sistema existente está en servicio, es decir, que para realizar dicha instalación o ampliación se debe desarrollar una estrategia en donde no implique la salida de servicio del sistema existente, es decir que debe continuar prestado los servicios de señalización ferroviaria existente.

NOTA: Se permitirá realizar interrupciones del servicio sobre el sistema existente siempre y cuando estas sean programadas fuera del servicio comercial y acordadas en las reuniones de IOT o programación de trabajos. Es de anotar que la aprobación de la interrupción de los servicios será en el horario que no se esté prestando servicio comercial de los sistemas de transporte.

13. Confidencialidad

El Contratista se obliga a mantener en reserva la información clasificada como confidencial a la que tenga acceso con ocasión de la ejecución del presente contrato, independientemente de que se relacione directa o indirectamente con su objeto, y por lo tanto se obliga a:

a. No revelar, divulgar, exhibir, mostrar o comunicar dicha información en cualquier forma o por cualquier medio, a cualquier persona diferente de sus representantes o a aquellas personas que razonablemente deban tener acceso a la misma (Por ejemplo, el equipo de trabajo asignado a la ejecución del Contrato), sin el consentimiento previo y por escrito del Metro de Medellín.
b. No utilizar la información para fines distintos a los relacionados con el ejercicio y cumplimiento de sus obligaciones emanadas del presente Contrato.
c. En consecuencia, El Contratista ejercerá sobre la información confidencial del Metro de Medellín, el mismo grado de diligencia que utiliza para proteger sus propios bienes intangibles al tenor de lo señalado en los artículos 196 y 200 del Código de Comercio colombiano.

Las partes manifiestan y aceptan que se entiende y clasifica como “Información Confidencial”:

a. Toda la información relativa a las actividades, asuntos o propiedades del Metro de Medellín o de cualquiera de las dependencias, de la que se hubiere conocido con ocasión de la celebración y ejecución del Contrato y/o dentro de las fases de negociación y/o de ejecución de cualquier proyecto relacionado con el mismo, en forma escrita y/o verbal y/o visual y/o cualquier otro medio conocido o por conocer, es decir, independientemente de la forma en que haya sido recibida.
b. Toda la información técnica, financiera, legal, comercial, administrativa o estratégica del Metro de Medellín que se constituya como reservada al tenor de lo señalado en las normas sobre propiedad intelectual que resulten aplicables, incluyendo, pero sin limitarse a los planes de proyectos, inversión y desarrollo, proyecciones financieras, planes de negocio y planes de productos y servicios, relacionada con las operaciones o negocios presentes y futuros del Metro de Medellín.

c. Análisis, compilaciones, estudios u otros documentos o archivos de propiedad del Metro de Medellín, que se hubieren generado a partir de la información anteriormente mencionada o que la refleje.
d. Toda la información sobre la cual previamente el Metro de Medellín hubiere advertido su carácter de confidencial y que se hubiere comunicado a la otra parte durante la fase de ejecución del Contrato.
e. El Contratista se obliga a mantener en reserva la información relativa a los datos personales de empleados del Metro de Medellín o de terceros que trabajen para él, listados de direcciones electrónicas de empleados del Metro de Medellín o de terceros con quienes Metro de Medellín tenga relaciones comerciales.
f. La obligación de confidencialidad que adquiere el Contratista aplicará también con respecto de los formatos, esquemas, procedimientos y especificaciones sobre programas de software, modelos de operación, planes de calidad y procesos de negocio del Metro de Medellín, a los cuales tuviere acceso el Contratista y que sean propiedad del Metro de Medellín.
g. La obligación de confidencialidad no otorga al Contratista ningún tipo de derecho o autorización en relación con la Información del Metro de Medellín. La obligación de confidencialidad no se aplicará a aquella información que:

- Es de dominio público o está clasificada como pública.
- Fue recibida, después de su elaboración, de una tercera parte que tenía el derecho legítimo a divulgar tal información.
- Ha sido legalmente divulgada por una tercera persona que no tenía obligación de mantener la confidencialidad, o fue independientemente desarrollada por una tercera persona sin referencia a información confidencial de cualquiera de las Partes.
- Cuando el Metro de Medellín o El Contratista deba hacer entrega de la información clasificada como confidencial, por orden de autoridad administrativa y/o judicial.

h. El Contratista se obliga a divulgar entre su personal y SUBCONTRATISTAS vinculados para la ejecución del Contrato, la presente Cláusula de Confidencialidad. Sin perjuicio de todo lo indicado en esta Cláusula, el Metro de Medellín, podrá exigir la firma de un Acuerdo de Confidencialidad.
i. El Contratista se obliga a generar espacios de prevención contra ataques de ingeniería social y cualquier otra técnica que permita a un tercero tener acceso a información del Metro de Medellín.

Las obligaciones de confidencialidad aquí señaladas deberán ser cumplidas indefinidamente en el tiempo, independientemente de la vigencia del contrato, de esto se dará fe mediante la firma del contrato.

14. Personal del Contratista

A continuación, se describen los requisitos que se estima solicitar para la ejecución contractual, los cuales se dan a conocer para que los interesados los contemplen e incluyan en los costos directos e indirectos necesarios para una posible ejecución de contrato.

14.1. Personal Técnico Mínimo

Adicional al personal técnico y operativo del que se debe disponer para la ejecución de las labores cotizadas deberá incluir el personal mínimo administrativo y de coordinación técnica que se describe en la Tabla 23 a continuación:

CATEGORÍA	PERFIL	PERFIL Y EXPERIENCIA ESPECÍFICA
Dirección General	Director del Proyecto (Jefe de Proyecto y responsable de todas las actividades de instalación)	Experto con experiencia específica en la que se certifique haber participado como director de proyecto o jefe de proyecto en un **(1) contrato (Brownfield)** de suministro e instalación y puesta en marcha de señalización ferroviaria; el certificado deberá corresponder a una línea de METRO no menor a **10 kilómetros de vía doble** y mínimo **20 vehículos ferroviarios**. Los sistemas de señalización certificados debieron haber sido cambiados en líneas férreas existentes en operación comercial a partir del **1 de enero de 2005**. Es el representante del contratista y es el encargado de: • La planificación y gestión del cronograma. • Responsable de todas las actividades de suministro, instalación, programación, pruebas y puesta en marcha. • Responsable de la certificación de seguridad (norma CENELEC) de señalización ferroviaria, debiendo realizar la validación y pruebas para la

		certificación con metodología CENELEC en la norma de seguridad ferroviaria.
Expertos en Sistemas de Señalización Ferroviaria	Experto en Señalización	Experto que certifique experiencia específica en la que se acredite haber participado como responsable de diseño y/o ingeniería y/o desarrollo en un **(1) contrato (Brownfield)** de suministro e instalación y puesta en marcha de señalización ferroviaria; el certificado deberá corresponder a una línea de METRO no menor a **10 kilómetros de vía doble** y mínimo **20 vehículos ferroviarios**. Los sistemas de señalización certificados debieron haber sido cambiados en líneas férreas existentes en operación comercial a partir del **1 de enero de 2005**.
	Experto en Señalización ATP	Experto que certifique experiencia específica en la que se acredite haber participado como responsable de diseño y/o ingeniería y/o desarrollo en un **(1) contrato (Brownfield)** de suministro e instalación y puesta en marcha de sistemas de seguridad ferroviaria (Automatic Train Protection); el certificado deberá corresponder a una línea de METRO no menor a **10 kilómetros de vía doble** y mínimo **20 vehículos ferroviarios**. Los sistemas de señalización certificados debieron haber sido cambiados en líneas férreas existentes en operación comercial a partir del **1 de enero de 2005**.
Trabajo de Campo, Pruebas y Puesta en Servicio	Personal de instalación y trabajo en vía y cuartos técnicos	Se debe contar con mínimo un experto que certifique experiencia específica en la que se acredite haber participado en montaje, instalación y puesta en servicio de equipos de señalización y seguridad ferroviaria, cumpliendo las normas CENELEC.

		Su función es, entre otras: • Realizar la coordinación de las actividades con LA EMPRESA. • Realizar la coordinación del personal técnico y los diferentes subcontratistas que intervienen en la obra.

Tabla 23. Personal Técnico Mínimo

Nota 1: Todos los profesionales anteriormente presentados tienen la obligación de velar por la certificación de seguridad en cabeza del Director del Proyecto.

Nota 2: El CONTRATISTA deberá contar con un responsable de los trabajos (Jefe de Trabajo) en campo (incluyendo cuarto técnico), el cual realizará la organización y coordinación de las cuadrillas, programación de IOT's, gestión de la programación y alcance de los trabajos.

14.2. Personal encargado de los temas de Salud Ocupacional y Seguridad en el Trabajo

EL CONTRATISTA deberá verificar el cumplimiento de las obligaciones de Salud ocupacional y seguridad en el trabajo, las cuales deberá registrar de forma periódica en la plataforma establecida por LA EMPRESA para el seguimiento a CONTRATISTAS; para el cargue de dicha información deberá considerar la asignación de personal.

14.3. Personal encargado de los temas de Gestión Ambiental

EL CONTRATISTA deberá verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales exigidas en el anexo de medio ambiente, las cuales deberá registrar de forma periódica en la plataforma establecida por LA EMPRESA para el seguimiento a CONTRATISTAS; para el cargue de dicha información deberá considerar la asignación de personal.

14.4. Personal encargado de dictar la capacitación

Los instructores necesarios para impartir la capacitación con formación tanto técnica como pedagógica.

14.5. Personal para atención de garantías

El personal para atender las garantías debe ser capacitado y entrenado en operación y mantenimiento de los equipos, Hardware, software y todos los entregables del contrato.

15. Obligaciones del Contratista

a. Estar en permanente comunicación con el Supervisor del contrato e Interventoría o quien este designe.
b. Revisar y ajustar de ser necesario, el cronograma de actividades.
c. Disponer de los recursos logísticos, materiales, herramientas, equipos, etc. necesarios para desarrollar el contrato con base en las fechas acordadas para cada actividad, los tiempos y calidad de estas, con objetivos y metodologías definidos y disponer del tiempo asignado para cada una de las actividades.
d. Garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental, seguridad y salud ocupacional en las actividades objeto del contrato. Entre ellas, presentar el Plan de Atención de Emergencias de acuerdo con los riesgos que hacen parte del objeto contractual.
e. Dar cumplimiento al objeto y alcance del contrato de acuerdo con lo establecido en el presente documento.
f. Cumplir con el pago de los aportes correspondientes al Sistema de Seguridad Social Integral, durante el término de ejecución del contrato y hasta su liquidación, en general, el contratista debe cumplir con las obligaciones laborales con sus trabajadores.
g. Manejar con la debida confidencialidad la información a que tenga acceso, así como la producida a lo largo de la ejecución del contrato.
h. En general todas las actividades inherentes a la debida ejecución y cumplimiento del contrato.

Especificación Técnica_Señalización Retorno ALP-XPO_V2.0

Informe de auditoría final 2026-10-15

Fecha de creación:	2026-10-15 (hora estándar de Colombia)
Por:	Jesus Arturo Torres Garay (jatorresg@metrodemedellin.gov.co)
Estado:	Firmado
ID de transacción:	CBJCHBCAABAA-Xa7cPmsJoFYfKO_7F-ii2o13Q6P7JP-
Número de documentos:	1
Recuento de páginas de documentos:	99
Número de archivos complementarios:	0
Recuento de páginas de los archivos complementarios:	0

Historial de “Especificación Técnica_Señalización Retorno ALP-XPO_V2.0”

Jesus Arturo Torres Garay (jatorresg@metrodemedellin.gov.co) ha creado el documento.
2026-10-15 - 9:47:55 CDT

El documento se ha enviado por correo electrónico a Jesus Arturo Torres Garay (jatorresg@metrodemedellin.gov.co) para su firma.
2026-10-15 - 9:51:22 CDT

El documento se ha enviado por correo electrónico a Cesar Augusto Orozco Agudelo (corozco@metrodemedellin.gov.co) para su firma.
2026-10-15 - 9:51:22 CDT

El documento se ha enviado por correo electrónico a Jaime Alberto Arango Cano (jarango@metrodemedellin.gov.co) para su firma.
2026-10-15 - 9:51:23 CDT

Jesus Arturo Torres Garay (jatorresg@metrodemedellin.gov.co) ha visualizado el correo electrónico.
2026-10-15 - 9:52:17 CDT

Jaime Alberto Arango Cano (jarango@metrodemedellin.gov.co) ha visualizado el correo electrónico.
2026-10-15 - 10:02:09 CDT

Jesus Arturo Torres Garay (jatorresg@metrodemedellin.gov.co) ha aceptado las condiciones de uso y llevar a cabo las actividades empresariales de forma electrónica con METRO DE MEDELLIN.
2026-10-15 - 10:02:37 CDT

Powered by Adobe Acrobat Sign

Jesus Arturo Torres Garay (jatorresg@metrodemedellin.gov.co) ha firmado electrónicamente el documento.
Fecha de firma: 2026-10-15 - 10:02:37 CDT. Origen de hora: servidor. - Aspecto de la firma seleccionada: DIBUJO

Jaime Alberto Arango Cano (jarango@metrodemedellin.gov.co) ha aceptado las condiciones de uso y llevar a cabo las actividades empresariales de forma electrónica con METRO DE MEDELLIN.
2026-10-15 - 10:03:40 CDT

Jaime Alberto Arango Cano (jarango@metrodemedellin.gov.co) ha firmado electrónicamente el documento.
Fecha de firma: 2026-10-15 - 10:03:40 CDT. Origen de hora: servidor. - Aspecto de la firma seleccionada: DISEÑO_MÓVIL

Cesar Augusto Orozco Agudelo (corozco@metrodemedellin.gov.co) ha visualizado el correo electrónico.
2026-10-15 - 10:07:11 CDT

Cesar Augusto Orozco Agudelo (corozco@metrodemedellin.gov.co) ha aceptado las condiciones de uso y llevar a cabo las actividades empresariales de forma electrónica con METRO DE MEDELLIN.
2026-10-15 - 10:08:56 CDT

Cesar Augusto Orozco Agudelo (corozco@metrodemedellin.gov.co) ha firmado electrónicamente el documento.
Fecha de firma: 2026-10-15 - 10:08:56 CDT. Origen de hora: servidor. - Aspecto de la firma seleccionada: TIPO

El documento se ha enviado por correo electrónico a Yamile Calle Garcia (ycalle@metrodemedellin.gov.co) para su firma.
2026-10-15 - 10:08:59 CDT

El documento se ha enviado por correo electrónico a Carlos Andres Escobar Casas (cescobar@metrodemedellin.gov.co) para su firma.
2026-10-15 - 10:09:00 CDT

El documento se ha enviado por correo electrónico a Rubiela Maria Montoya Gomez (rmmontoya@metrodemedellin.gov.co) para su firma.
2026-10-15 - 10:09:00 CDT

El documento se ha enviado por correo electrónico a Sergio Alejandro Hoyos Giraldo (shoyos@metrodemedellin.gov.co) para su firma.
2026-10-15 - 10:09:00 CDT

Sergio Alejandro Hoyos Giraldo (shoyos@metrodemedellin.gov.co) ha visualizado el correo electrónico.
2026-10-15 - 10:10:47 CDT

Rubiela Maria Montoya Gomez (rmmontoya@metrodemedellin.gov.co) ha visualizado el correo electrónico.
2026-10-15 - 10:18:15 CDT

El firmante Rubiela Maria Montoya Gomez (rmmontoya@metrodemedellin.gov.co) firmó con el nombre de Rubiela Montoya Gómez
2026-10-15 - 10:19:39 CDT

Powered by
Adobe
Acrobat Sign

Rubiela Montoya Gómez (rmmontoya@metrodemedellin.gov.co) ha aceptado las condiciones de uso y llevar a cabo las actividades empresariales de forma electrónica con METRO DE MEDELLIN.

2026-10-15 - 10:19:41 CDT

Rubiela Montoya Gómez (rmmontoya@metrodemedellin.gov.co) ha firmado electrónicamente el documento.

Fecha de firma: 2026-10-15 - 10:19:41 CDT. Origen de hora: servidor. - Aspecto de la firma seleccionada: MÓVIL_TIPO

Yamile Calle Garcia (ycalle@metrodemedellin.gov.co) ha visualizado el correo electrónico.

2026-10-15 - 10:38:53 CDT

Yamile Calle Garcia (ycalle@metrodemedellin.gov.co) ha aceptado las condiciones de uso y llevar a cabo las actividades empresariales de forma electrónica con METRO DE MEDELLIN.

2026-10-15 - 10:41:20 CDT

Yamile Calle Garcia (ycalle@metrodemedellin.gov.co) ha firmado electrónicamente el documento.

Fecha de firma: 2026-10-15 - 10:41:20 CDT. Origen de hora: servidor. - Aspecto de la firma seleccionada: DIBUJO

Sergio Alejandro Hoyos Giraldo (shoyos@metrodemedellin.gov.co) ha aceptado las condiciones de uso y llevar a cabo las actividades empresariales de forma electrónica con METRO DE MEDELLIN.

2026-10-15 - 12:30:04 CDT

Sergio Alejandro Hoyos Giraldo (shoyos@metrodemedellin.gov.co) ha firmado electrónicamente el documento.

Fecha de firma: 2026-10-15 - 12:30:04 CDT. Origen de hora: servidor. - Aspecto de la firma seleccionada: TIPO

Carlos Andres Escobar Casas (cescobar@metrodemedellin.gov.co) ha visualizado el correo electrónico.

2026-10-15 - 15:29:18 CDT

Carlos Andres Escobar Casas (cescobar@metrodemedellin.gov.co) ha aceptado las condiciones de uso y llevar a cabo las actividades empresariales de forma electrónica con METRO DE MEDELLIN.

2026-10-15 - 15:29:40 CDT

Carlos Andres Escobar Casas (cescobar@metrodemedellin.gov.co) ha firmado electrónicamente el documento.

Fecha de firma: 2026-10-15 - 15:29:40 CDT. Origen de hora: servidor. - Aspecto de la firma seleccionada: DIBUJO

El documento se ha enviado por correo electrónico a Diana Marcela Zapata Muneton (dmzapata@metrodemedellin.gov.co) para su firma.

2026-10-15 - 15:29:44 CDT

El documento se ha enviado por correo electrónico a Jaime Alberto Wilches Yepes (jwilches@metrodemedellin.gov.co) para su firma.

2026-10-15 - 15:29:45 CDT

Diana Marcela Zapata Muneton (dmzapata@metrodemedellin.gov.co) ha visualizado el correo electrónico.

2026-10-15 - 15:31:35 CDT

Diana Marcela Zapata Muneton (dmzapata@metrodemedellin.gov.co) ha aceptado las condiciones de uso y llevar a cabo las actividades empresariales de forma electrónica con METRO DE MEDELLIN.

2026-10-15 - 15:31:59 CDT

Powered by
Adobe
Acrobat Sign

Diana Marcela Zapata Muneton (dmzapata@metrodemedellin.gov.co) ha firmado electrónicamente el documento.

Fecha de firma: 2026-10-15 - 15:31:59 CDT. Origen de hora: servidor. - Aspecto de la firma seleccionada: DIBUJO

Jaime Alberto Wilches Yepes (jwilches@metrodemedellin.gov.co) ha visualizado el correo electrónico.

2026-10-15 - 15:33:04 CDT

Jaime Alberto Wilches Yepes (jwilches@metrodemedellin.gov.co) ha aceptado las condiciones de uso y llevar a cabo las actividades empresariales de forma electrónica con METRO DE MEDELLIN.

2026-10-15 - 15:33:52 CDT

Jaime Alberto Wilches Yepes (jwilches@metrodemedellin.gov.co) ha firmado electrónicamente el documento.

Fecha de firma: 2026-10-15 - 15:33:52 CDT. Origen de hora: servidor. - Aspecto de la firma seleccionada: DISEÑO_MÓVIL

Documento completado.

2026-10-15 - 15:33:52 CDT

Powered by
Adobe
Acrobat Sign