



METRO LIGERO DE LA 80

APÉNDICE TÉCNICO

ALCANCE TÉCNICO DEL PROYECTO

M80-ET-ATP-01



TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO II	PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.....	3
CAPÍTULO III	OBJETIVO	8
3.1	URBANISMO	10
(a)	Espacio público	10
(b)	Demolición de Edificaciones	10
(c)	Preliminares	11
(d)	Paisajismo	11
(e)	Alumbrado Público.....	11
(f)	Señalización Vial.....	13
(g)	Diseños de Vías Vehiculares.....	13
(h)	Diseño y construcción de pavimentos	14
3.2	QUEBRADAS	14
3.3	ESTRUCTURAS	15
3.4	ESTACIONES Y PARADAS	17
(a)	Parada típica	17
(b)	Estación Caribe	18
(c)	Estación San Germán	19
(d)	Estación Aguacatala	19
(e)	Estación Floresta Línea A	20
(f)	Instalaciones eléctricas de baja tensión	20
3.5	REDES DE SERVICIO EXTERNAS.....	21
(a)	Redes húmedas:.....	21
(b)	Redes secas:.....	21
3.6	PATIOS Y TALLERES.....	22
(a)	Instalaciones eléctricas de baja tensión y equipos electromecánicos	25
3.7	ELECTRIFICACIÓN Y SUBESTACIONES	26
(a)	Red de alimentación de 110 kV	26
(b)	Red de alimentación de 13.8 kV	27
(c)	Sistema de catenaria.....	27
(d)	Arquitectura de las subestaciones de tracción	28
3.8	SUPERESTRUCTURA	29
(a)	Diseño geométrico.....	31
(b)	Multitubular y banco de datos.....	33
3.9	MATERIAL RODANTE.....	34
(a)	Características generales de los vehículos ferroviarios de pasajeros (Trenes).....	34
(b)	Características generales de los vehículos auxiliares.....	36
3.10	OPERACIONES.....	36
3.11	SISTEMAS TELEMÁTICOS	42
(a)	Alarmas	43
(b)	CCTV	43
(c)	CCIF	44
(d)	Control de acceso	44
(e)	Megafonía.....	45

(f)	Recaudo	45
(g)	Red de datos MAN-LAN	46
(h)	Equipos Embarcados.....	46
(i)	SGE - Sistema de Gestión de Energía	47
(j)	SGT -Sistema de Gestión de Tráfico de Trenes	48
(k)	Sistema de información al viajero (SIV)	48
(l)	Sistema de Radio Comunicaciones TETRA	49
(m)	Telefonía e Interfonía.....	49
3.12	SEÑALIZACIÓN VIARIA Y FERROVIARIA	49

ILUSTRACIÓN

Ilustración 1.	Trazado y Estaciones	4
----------------	----------------------------	---

TABLAS

Tabla 1.	Subtramos del corredor.....	4
Tabla 2.	Listado de Apéndices Técnicos relacionados en este documento	8
Tabla 3.	Cuerpos de agua del corredor de la Av. 80.....	15
Tabla 4.	Puentes.....	15
Tabla 5.	Viaductos	16
Tabla 6.	Soterrados	16
Tabla 7.	Características de los vehículos ferroviarios de pasajeros.....	34

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

De conformidad con lo previsto en el Contrato, el presente Apéndice contiene el alcance y las condiciones técnicas que regirán el Proyecto. Sin perjuicio de la obligación del Contratista de llevar a cabo todas las intervenciones y/o actividades establecidas en este Apéndice Técnico, este será responsable del cumplimiento de las obligaciones de resultado que se derivan del mismo, de los demás Apéndices Técnicos y del Contrato.

La aplicación de este Apéndice Técnico deberá ser efectuada en concordancia con lo establecido en el Contrato. En todo caso, de presentarse alguna contradicción entre lo previsto en este Apéndice y los demás documentos contractuales, se atenderá a lo previsto en el Contrato.

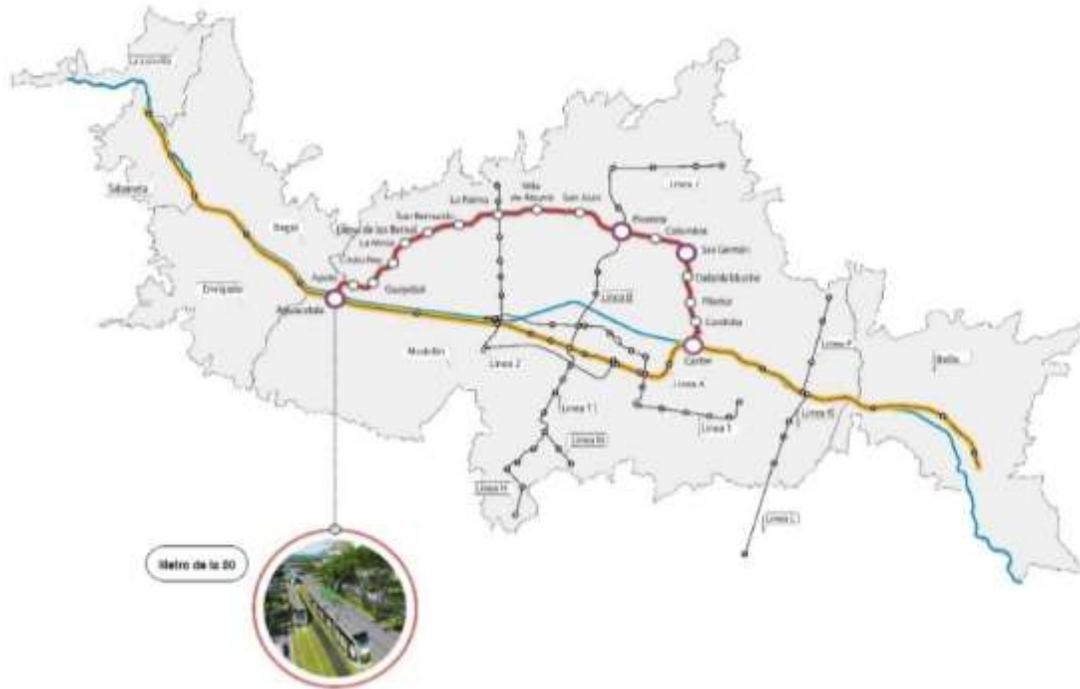
CAPÍTULO II PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El corredor del Proyecto comprende 13,25 km con un trazado desde la estación Caribe del Metro, pasando por la transversal 73 luego por la calle 65 hasta el sector de la Facultad de Minas donde toma la Avenida 80-81, cerrando el circuito en la estación Aguacatala en el sur de la ciudad de Medellín.

Luego de superar la carrera 65 el corredor continúa por la Transversal 78. Avanza hasta el cruce entre esta vía Arteria con la carrera 72 y luego por la carrera 72 y la carrera 73, ambas vías arterias, contemplando con un tramo soterrado desde la zona del acceso al ITM hasta cruzarse con la Avenida 80 en Robledo. Desde allí el trazado se localiza sobre la Avenida 80 hasta la calle 12 Sur, para terminar en la Estación Aguacatala del Metro.

En su recorrido, el corredor de la Avenida 80 atraviesa las siguientes vías arterias: la carrera 73, la carrera 79, la calle 50 – Colombia, la calle 47A, la calle 44 – San Juan, la calle 35, la Avenida 33, la calle 30, la carrera 76, la diagonal 75CC, la carrera 70, la carrera 65 y la Avenida Guayabal.

ILUSTRACIÓN 1. TRAZADO Y ESTACIONES



FUENTE. METRO DE MEDELLÍN

El nombre de cada una de las estaciones y paradas podrá variar a decisión de la EMM.

En el proyecto se han definido tres tramos, asociados a su integración con las líneas A y B del metro y las líneas 1 y 2 de BRT (Bus Rapid Transit) de la calle 30:

- Tramo 1: Estación Caribe (Línea A del metro) y estación Floresta (Línea B del metro)
- Tramo 2: Estación Floresta (Línea B del metro) y la Estación La Palma (Línea 1 y 2 de buses)
- Tramo 3: (Línea 1 y 2 de buses) y Estación Aguacatala (Línea A del metro)

Cada tramo está desagregado por los siguientes subtramos:

TABLA 1. SUBTRAMOS DEL CORREDOR

Subtramo	Ubicación	Descripción
1A	(Caribe – cruce Transversal Carrera 78 con Calle 79B) Abscisa 0-1+100. Longitud 1100 m	Abarca parte de los barrios Caribe, el progreso y Terminal de Transportes. Comprende importantes equipamientos de ciudad como la Terminal del Norte y la Estación Departamento de Bomberos Metropolitana. En los suelos de renovación del barrio Caribe actualmente predomina el uso industrial con presencia de algunos predios en los

Subtramo	Ubicación	Descripción
		que se identifican usos residenciales, de comercio y servicios.
1B	(Cruce Transversal Carrera 78 con Calle 79B - Carrera 69 Rinconcito) Abscisa 1+100-1+600. Longitud 500 m	Abarca parte del barrio El Progreso. En él se encuentra el Plan Parcial de Renovación Urbana de Everfit donde actualmente se desarrollan actividades industriales y comerciales. Así mismo, incluye suelos de renovación donde predominan las actividades residenciales.
1C	(Carrera 69 Rinconcito - Parada Ciudadela Educativa) Abscisa 1+600-2+500 Longitud 900 m	Abarca parte de los barrios Bosques de San Pablo, Pilarica, Facultad de Minas, Cerro El Volador, Facultad Veterinaria y Zootecnia U. de. A. Comprende importantes equipamientos de educación como: el Instituto Técnico Industrial Pascual Bravo, comprende también los suelos de renovación de Las Margaritas donde se formula el Plan Parcial para el Polígono Z2_R_41 del mismo nombre.
1D	(Después de la Parada Ciudadela Educativa – Q. La Iguaná (Calle 59)) Abscisa 2+500-3+300. Longitud 800 m	Abarca parte de los barrios Facultad de Minas U. Nacional, San Germán, Robledo, El Pesebre. Comprende el Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM, el Colegio Mayor de Antioquia y parte de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia. Parte del suelo de renovación de San Germán identificado con el Polígono Z2_R_40, donde se formula un plan parcial de renovación y limita con áreas de vocación residencial en el sector de El Pesebre y Los Colores. Al interior del tramo se encuentra el Éxito de Robledo y el convento de Hermanas Misioneras de Santa Teresa.
1E	(Calle 59 - Parada Colombia (calle 52)) Abscisa 3+300-4+050. Longitud 750 m	Abarca parte de los barrios El Pesebre, Ferrini, Los Colores y Calasanz. En torno a la Avenida 80 predominan los usos comerciales y de servicio y al interior de los barrios, los usos residenciales con comercio y servicios de pequeña escala.
1F	(Parada Colombia (calle 52) – Estación Floresta) Abscisa 4+050-4+800. Longitud 750 m	Abarca parte de los barrios los Colores, Calasanz, Estadio. En torno a la Avenida 80 predominan los usos comerciales y de servicio y al interior de los barrios, los usos residenciales con comercio y servicios de pequeña escala.
2A	(Después de Estación Floresta - Calle 45G (Diagonal 80 ^a)) Abscisa 4+800-5+300. Longitud 500 m	Abarca parte de los barrios La Floresta y El Velódromo. En torno a la Avenida 80 predominan los usos comerciales y de servicio y al interior de los barrios, los usos residenciales con comercio y servicios de pequeña escala.
2B	(Calle 45G (Diagonal 80 ^a) - Calle 35)) Abscisa 5+300-6+700. Longitud 1400 m	Abarca parte de los barrios Los Pinos, La América, Lorena, Simón Bolívar y Las Acacias. Tanto en torno a la Av. 80 como al interior de los barrios

Subtramo	Ubicación	Descripción
		predomina el uso residencial, salvo en algunos predios donde se desarrollan actividades comerciales y de servicio. En él se encuentra la Institución Educativa Rafael Uribe Uribe y el centro comercial Viva Laureles.
2C	(Calle 35 (Don Quijote) - Calle 32EE (Parada Villa de Aburra)) Abscisa 6+700-7+350. Longitud 650 m	Abarca parte de los barrios Las Acacias y La Castellana. Sobre la Av. 80 predomina el uso comercial y al interior de los barrios, el uso residencial. Como importantes equipamientos se encuentran la Iglesia de Santa Gema.
2D	(Calle 32EE (Parada Villa de Aburrá) - Calle 28 (La Palma)) Abscisa 7+350-8+250. Longitud 900 m	Abarca parte de los barrios Las Acacias y La Castellana, Miravalle, Nueva Villa del Aburrá y Belén. Predomina el uso residencial con presencia de comercio de pequeña escala sobre la Avenida 80. Este tramo presenta importantes retos para la implantación del sistema del Metro de la 80, dado los condicionantes espaciales en el sector de la Nueva Villa del Aburrá.
3A	(Calle 28 (La Palma) - Calle 18A (Clínica Saludcoop)) Abscisa 8+250-9+050. Longitud 800 m	Abarca parte de los barrios La Palma, San Bernardo y La Gloria. Sobre la Avenida 80 predomina el uso comercial, y al interior de los barrios las actividades residenciales. En este tramo el sistema del Metro de la 80 se integra al sistema de BRT en la Estación La Palma. Al interior del tramo se localiza el Consumo de Belén y la Iglesia de San Juan de la Cruz.
3B	(Calle 18A (Clínica Saludcoop) - Carrera 76)) Abscisa 9+050-9+550. Longitud 500 m	Abarca parte de los barrios La Gloria, La Loma de Los Bernal y Las Playas. En él se encuentran importantes equipamientos zonales y de ciudad como el Parque Biblioteca Belén, el Instituto San Carlos y el Colegio de La Inmaculada, la Casa Fray Luis Terciarias Capuchinas de La Sagrada Familia y la Clínica SaludCoop (administrada por el hospital general). Sobre la Avenida 80 predomina el uso comercial de pequeña escala y, al interior de los barrios, el uso residencial.
3C	(Carrera 76 - Intersección Club el Rodeo (Calle 1-Carrera 70)) Abscisa 9+550-10+600. Longitud 1050 m	Abarca parte de los barrios La Mota y Diego Echavarría. Sobre la Avenida 80 se encuentran localizados los malls comerciales Gran Vía, La Mota y Arkadia.
3D	(Intersección Club el Rodeo (Calle 1-Carrera 70) – Intersección Carrera 65 con Calle 2A Sur) Abscisa 10+600-11+350. Longitud 750 m	Abarca parte de los barrios Diego Echavarría, El Rodeo, Parque Juan Pablo II, Cristo Rey. En su interior se localiza importantes equipamientos de ciudad como el Club El Rodeo y el Cementerio Campos de Paz y la Institución Educativa Santo Ángel. Predomina el uso residencial.

Subtramo	Ubicación	Descripción
3E	(Intersección Carrera 65 con Calle 2A Sur - Intersección Avenida Guayabal con calle 5Sur) Abscisa 11+350-11+950. Longitud 600 m	Abarca parte de los barrios El Rodeo, Cristo Rey, La Colina y Guayabal. En su interior se localizan equipamientos como el Cementerio Campos de Paz y el centro comercial El Rodeo. Predomina el uso comercial y al interior de los barrios y el uso residencial.
3F	(Intersección Avenida Guayabal con calle 5Sur - Intersección 10B Sur) Abscisa 11+950-12+650-. Longitud 700 m	Abarca parte de los barrios Cristo Rey, Guayabal y la Comuna 4 del municipio de Itagiú. Predominan los suelos de renovación urbana donde se localizan grandes industrias, así como actividades comerciales con comercio, servicios y equipamientos de pequeña escala. En él se localiza la sede de posgrados de la Universidad de Antioquia.
3G	(Intersección 12 Sur - Estación Aguacatala) Abscisa 12+650-13+254. Longitud 604 m	Abarca parte de los barrios Comuna 4 del Municipio de Itagiú y Santa María de Los Ángeles, comprende parte de los suelos de renovación de la comuna 4 del Municipio de Itagiú en los predios de la Fábrica de Licores de Antioquia, predomina las actividades industriales y comerciales. En este tramo el sistema de Metro de la 80 se integra con el sistema Metro Línea A en la Estación Aguacatala.

FUENTE: METRO DE MEDELLÍN

El área de influencia abarca 32 barrios: Caribe y El Progreso (Comuna 5); Cerro El Volador, Bosques de San Pablo, Pilarica, San Germán y Robledo (Comuna 7); Los Colores, Estadio, El Velódromo, Lorena, Las Acacias, La Castellana (Comuna 11); Ferrini, Calasanz, La Floresta, La América, Los Pinos y Simón Bolívar (Comuna 12); El Pesebre (Comuna 13); La Colinita, Cristo Rey y Guayabal (Comuna 15); Miravalle, Nueva Villa del Aburrá, Belén y Diego Echavarría (Comuna 16); e incluye además, la Terminal de Transporte del Norte, El Cerro El Volador, La Facultad de Veterinaria de la Universidad de Antioquia, Institución Universitaria ITM, Institución Universitaria El Pascual Bravo, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, La Facultad de Minas de la Universidad Nacional, el Club El Rodeo, el Aeropuerto Olaya Herrera y el Parque Juan Pablo II.

La línea de Proyecto es una línea con doble vía en todo su recorrido aproximado de 13,25 km de longitud entre cabeceras de estaciones terminales, en la que está prevista un total de 17 estaciones de las cuales cuatro de ellas serán estaciones de integración con metro en Aguacatala, Floresta y Caribe y con la línea 1 y 2 de buses en la estación La Palma.

CAPÍTULO III **OBJETIVO**

Sin perjuicio de la obligación del Contratista de cumplir con todas las obligaciones del Contrato el objetivo del presente documento es establecer las características mínimas de las instalaciones y suministros que el Contratista deberá ejecutar e implementar en las distintas Etapas del Contrato.

TABLA 2. LISTADO DE APÉNDICES TÉCNICOS RELACIONADOS EN ESTE DOCUMENTO

Apéndice Técnico 3. Urbanismo

- M80-ET-URB-01 (Diseño y Obra civil)
- M80-ET-URB-02 (Demolición edificaciones)
- M80-ET-URB-03 (Preliminares)
- M80-ET-URB-04 (Paisajismo)
- M80-ET-URB-05 (Alumbrado Público)
- M80-ET-URB-06 (Señalización vial)
- M80-ET-URB-07 (Diseño vías vehiculares)
- M80-ET-URB-08 (Diseño y obra pavimentos)

Apéndice Técnico 4. Quebradas

- M80-ET-QBS-01 (Diseño y obra Quebradas)

Apéndice Técnico 5. Estructuras

- M80-ET-EST-01 (Diseño y obra Civil)

Apéndice Técnico 6. Patios y Talleres

- M80-ET-PYT-01 (Obra Civil)
- M80-ET-PYT-03 (Diseño Instalaciones eléctricas de baja tensión)
- M80-ET-PYT-04 (Instalaciones eléctricas de baja tensión)
- M80-ET-PYT-05 (Ascensor talleres y cocheras)
- M80-ET-PYT-06 (Puente grúas)
- M80-ET-PYT-07 (Cabina de pintura)
- M80-ET-PYT-08 (Gatos coordinados)
- M80-ET-PYT-09 (Equipo lavado de bogies)
- M80-ET-PYT-10 (Surtidor de arena)
- M80-ET-PYT-11 (Red incendios talleres y paraderos)
- M80-ET-PYT-12 (Red de Aire Comprimido)
- M80-ET-PYT-13 (Perfiladora de ruedas)
- M80-ET-PYT-14 (Mesa gira-bogies)

Apéndice Técnico 7. Estaciones y Paradas

- M80-ET-EYP-01 (Diseños y obra paradas y estaciones)
- M80-ET-EYP-03 (Diseño Instalaciones eléctricas de baja tensión)
- M80-ET-EYP-04 (Instalaciones eléctricas de baja tensión)
- M80-ET-EYP-06 (Puertas de andén)
- M80-ET-EYP-07 (Escaleras electromecánicas)
- M80-ET-EYP-08 (Red incendios soterrado)
- M80-ET-EYP-09 (Ventilación túnel)

Apéndice Técnico 8. Redes de servicios externas

M80-ET-RSE-01 (Obra)

M80-ET-RSE-02 (Diseño)

Apéndice Técnico 9. Electrificación y subestaciones

M80-ET-EYS-01 (Diseños y Obra)

Apéndice Técnico 10. Superestructura de vía

M80-ET-BDT-01 (Multitubular y banco de ductos)

M80-ET-SDV-01 (Obra)

M80-ET-SDV-02 (Diseños)

Apéndice Técnico 11. Material rodante

M80-ET-MR-01 (Vehículos de pasajeros)

M80-ET-MR-02 (Vehículos auxiliares)

Apéndice Técnico 12. Operación

M80-ET-OP-01 (Diseño Operacional)

Apéndice Técnico 14. Alarmas

M80-ET-SIS-01 (Alarmas)

Apéndice Técnico 15. CCTV

M80-ET-SIS-02 (CCTV)

Apéndice Técnico 16. CCIF

M80-ET-SIS-03 (CCIF Centro de control de infraestructura física)

Apéndice Técnico 17. Control de acceso

M80-ET-SIS-04 (Control de acceso)

Apéndice Técnico 18. Megafonía

M80-ET-SIS-05 (Megafonía)

Apéndice Técnico 19. Recaudo

M80-ET-SIS-06 (Recaudo)

Apéndice Técnico 20. Red de datos MAN-LAN

M80-ET-SIS-07 (Red de datos)

Apéndice Técnico 21. Equipos embarcados

M80-ET-SIS-08 (Equipo embarcado y señalización)

M80-ET-SIS-15 (Equipo embarcado sistemas)

Apéndice Técnico 22. SGE Sistema de Gestión de Energía

M80-ET-SIS-09 (SGE Sistema de Gestión de Energía)

Apéndice Técnico 23. SGT Sistema de Gestión de Tráfico

M80-ET-SIS-10 (SGT Sistema de Gestión de Tráfico)

Apéndice Técnico 24. SIV Sistema de información al viajero

M80-ET-SIS-11 (SIV Sistema de información al viajero)

Apéndice Técnico 25. Comunicaciones TETRA

M80-ET-SIS-12 (Comunicaciones Tetra)

Apéndice Técnico 26. Telefonía e interfonía

M80-ET-SIS-13 (Telefonía e interfonía)

Apéndice Técnico 27. Señalización viaria y ferroviaria

M80-ET-SIS-14 (Señalización Viaria y ferroviaria)

FUENTE: METRO DE MEDELLÍN**3.1 Urbanismo****(a) Espacio público**

El Contratista deberá diseñar y construir el espacio público del corredor teniendo en cuenta lo establecido en el Contrato y en especial lo definido en el Apéndice Técnico 3, el cual se define a través de los criterios de accesibilidad universal y en el reconocimiento de las necesidades de los diferentes actores que interactúan con el corredor, ofreciéndoles autonomía, seguridad y comodidad urbana, dándole prioridad a las personas y estableciendo una integración con los distintos modos de movilidad. Es así como el Contratista deberá considerar como mínimo:

Diseño de franjas de espacio público, como:

1. Andenes o área de circulación peatonal.
2. Franja de aprovechamiento comercial.
3. Franja de zonas verdes que establezca y generen conectividad ecológica.
4. Franja de mobiliario urbano.
5. Bicicarril/Cicloruta bidireccional.
6. Implementación de drenajes urbanos.

La definición de la sección pública para el corredor ha sido aprobada por el comité asesor de movilidad de la ciudad a través del acta número 2 de 2017, estableciendo una intervención de paramento a paramento en el desarrollo de los aproximados 13.25 kilómetros que conforman el corredor del Metro de la 80.

Además, el Contratista deberá desarrollar:

- La conectividad peatonal.
- Conexión entre las franjas de circulación.
- Aproximación a estaciones y paradas, e intervención de bocacalles.
- Integración de zonas verdes, plazoletas y parques de bolsillo.
- La solución de accesos a predios e intervención predio a predio.

(b) Demolición de Edificaciones

El Contratista deberá cumplir con lo definido en el Apéndice Técnico 3 en cuanto a los requerimientos técnicos y funcionales que se indican a continuación:

- Para la intervención de los predios, previa entrega formal realizada por parte de la EMM deberá tener en cuenta el retiro de elementos y demolición todo tipo de estructuras de diferentes materialidades de tipo concreto, elementos metálicos, mampostería, tierra pisada, madera y demás elementos como ventanería, puertas, entre otros.

- El Contratista deberá tener en cuenta además el cargue, retiro de escombros, retiro de redes de servicios públicos, (previa desconexión del operador), señalización, acarreo libre, protección de estructuras colindantes, aseo, limpieza, humectación, disposición final, cerramientos y senderos peatonales y demás actividades contenidas de acuerdo con las disposiciones relacionadas en el Plan de Manejo Ambiental del Proyecto y las demás consideradas en la Ley Aplicable.
- Adicionalmente, el Contratista deberá diseñar y ejecutar la solución estructural y tratamiento de culatas para garantizar la estabilidad de las estructuras remanentes.

(c) Preliminares

El Contratista deberá cumplir con lo definido en el Apéndice Técnico 3 en lo relacionado con los parámetros a considerar en las actividades demolición de piso, retiro de mobiliario y demás elementos existentes en el espacio público, actividades de rocería, descapote, manejo de raíces y trasplante de árboles, con la finalidad de liberar el campo de intervención necesario para el desarrollo del Proyecto y sus componentes.

(d) Paisajismo

El Contratista deberá cumplir con lo definido en el Apéndice Técnico 3 en lo relacionado con parámetros a considerar en el diseño y posterior ejecución de las actividades de paisajismo del proyecto y de las estrategias de compensación o reposición de las actividades de aprovechamiento de individuos arbóreos, las relacionadas con el permiso de levantamiento de veda, aprovechamiento forestal de árboles aislados, y demás obligaciones que establezca la autoridad ambiental en materia forestal y de conservación de la flora.

(e) Alumbrado Público

En cuanto al componente de alumbrado público, el Contratista deberá cumplir con lo especificado en el Apéndice Técnico 3, garantizando que durante los Estudio y Diseños y posterior construcción, el Proyecto cuente con todas las instalaciones de iluminación pública necesarias, enunciadas en dicho Apéndice Técnico y las que sean necesarias para garantizar las facilidades eléctricas de alumbrado de todos los espacios urbanos públicos, tanto para la Etapa de Construcción del Proyecto como para su uso definitivo en la Operación Comercial del mismo.

Para el diseño de alumbrado público se requerirá tecnología LED, se deberá incluir control por fotocelda para encendido y apagado, se deberá especificar las luminarias para uso exterior con grados de protección, además, se deberá incluir el diseño detallado de instalación con todos los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.

El diseño del alumbrado público deberá contemplar las obras civiles necesarias para el montaje de los postes de iluminación.

Las luminarias que está obligado a proveer el Contratista deberán tener dispositivos inteligentes para comunicación vía remota desde plataforma que monitoreará y gestionará el alumbrado.

Los Estudios y Diseños para este componente deberán indicar la alimentación de cada circuito de alumbrado público, ruta de cableado, cajas de conexión y demás componentes necesarios.

BORRADOR

(f) Señalización Vial

El Contratista deberá cumplir con lo definido en el Apéndice Técnico 3 en cuanto a los requerimientos técnicos y funcionales que se indican a continuación:

- Estudios y Diseños e instalación de la demarcación horizontal y diseño de la señalización vertical del Proyecto, los parámetros operacionales del Proyecto y las conclusiones y ajustes derivados de la ejecución de los componentes técnicos, empalmes temporales y ciclorruta que deben incorporarse.
- Todo lo anterior, debe cumplir con la Ley Aplicable hasta obtener aprobación de las Autoridades Gubernamentales y concepto de no objeción por parte de la Interventoría en lo que refiere a la señalización del proyecto vial vehicular y la demarcación horizontal y señalización vertical interna del patio-taller.
- El estudio deberá contener el inventario de los dispositivos de regulación y control del tránsito existentes y el diseño de señalización horizontal y vertical (reglamentarias, preventivas e informativas) y dispositivos de seguridad vial para el corredor, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el “Manual de señalización vial, dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia, del Ministerio de Transporte” vigente y demás normas de tránsito
- El plan de señalización debe contemplar los cruces peatonales seguros y de ciclorutas y reordenamientos viales en el área de influencia del Proyecto.
- En el rótulo debe aparecer el nombre, matrícula y firma del especialista que realizó el diseño y el respectivo visto bueno de la Interventoría. Este estudio deberá ser aprobado por la Secretaría de Movilidad de Medellín.
- Se deben realizar planos de detalles de la señalización de acuerdo con la Ley Aplicable.

(g) Diseños de Vías Vehiculares

El Contratista deberá cumplir con lo definido en el Apéndice Técnico 3 en cuanto a los requerimientos técnicos y funcionales que se indican a continuación:

- Los trabajos por desarrollar consisten en la elaboración de los Estudios y Diseños que incluyen los diseños geométricos de vías vehiculares de detalle, a nivel de un proyecto de construcción y comprende el estudio, diseño, dimensionamiento de las variables correspondientes para llegar a un grado de desarrollo y contenido de Estudios y Diseños, de modo que pueda ser aprobado por las Autoridades Gubernamentales competentes y permita la posterior ejecución de las obras.
- En general, deberán ejecutarse todas actividades necesarias para obtener los Estudios y Diseños que cumplan con las Especificaciones Técnicas y que servirán de insumo para la construcción del Proyecto y obras complementarias que hacen parte del presente Contrato.

(h) Diseño y construcción de pavimentos

El Contratista deberá cumplir con lo definido en el Apéndice Técnico 3 en cuanto a las Especificaciones Técnicas y funcionales que se indican a continuación:

- Los Estudios y Diseños comprenderán, como mínimo, las actividades de evaluación y diagnóstico funcional y estructural de la infraestructura existente, implementación del plan de exploración geotécnica y de ensayos de laboratorio, el estudio de tránsito y el diseño y análisis detallado de la estructura de pavimento y espacio público, que el Contratista considere necesario realizar para garantizar la funcionalidad y la movilidad del Proyecto.
- Adicionalmente a la determinación de los espesores de las diferentes capas que componen la estructura de pavimento, el Contratista deberá tener en cuenta parámetros como: precipitación, intensidad, pendiente y presencia del nivel freático, trazado geométrico y elaborar los diseños de los drenajes subsuperficiales y superficiales que permitan mantener un adecuado comportamiento estructural y funcional de las vías del Proyecto.
- El componente de construcción de las estructuras de pavimentos deberá cumplir, además de la Ley Aplicable, con las Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras – 2012. Instituto Nacional de Vías INVIAS y las Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras – 2012 del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), cumpliendo además con la normatividad conexas de tipo ambiental, plan de manejo de tránsito y señalización. Es de anotar que, por los Componentes de pago de la Retribución establecidos en el Contrato, no se tendrá en cuenta la forma de medida y pago citadas en las normas INVIAS.

3.2 Quebradas

Para este componente, el Contratista deberá desarrollar los Estudios y Diseños de topografía, hidrología, hidráulica, investigación de suelos, geotecnia y diseño estructural, y posterior construcción de acuerdo con lo definido en el Apéndice Técnico 4, para cada uno de los cruces hídricos que existen en el corredor del Metro Ligerero de la 80. Estos Estudios y Diseños deberán articularse con el diseño geométrico de la rasante férrea y vehicular resultante para el Proyecto, con el fin de determinar los caudales de diseño para cada solución hidráulica.

De acuerdo con la caracterización de los cuerpos de agua que atraviesan el corredor de la Av. 80 se deberá tener en cuenta, como mínimo, la solución de diseño y la construcción de cada una de las siguientes quebradas, las cuales tienen actualmente unas estructuras hidráulicas construidas:

TABLA 3. CUERPOS DE AGUA DEL CORREDOR DE LA AV. 80

CUERPO DE AGUA	LOCALIZACIÓN
Quebrada Afluente La Guayabala	Avenida 80 x Cr 67
Quebrada Altavista (Tipo Box)	Avenida 80 x Calle 21
Quebrada Santa Rita	Avenida 80 x Calle 28
Quebrada La Matea	Avenida 80 x Calle 34
Quebrada La Picacha	Avenida 80 x Calles 31a y 32
Quebrada La Magdalena	Avenida 80 x Calle 40 Frente al Éxito Laureles
Quebrada Ana Diaz	Avenida 80 x Calle 42C
Zanjón América	Avenida 80 x Diagonal 80a
Quebrada La Hueso	Avenida 80 x Calles 47d y 48 Estación Floresta Metro
Zanjón Ferrini	Avenida 80 x Calles 54 y 55
Quebrada Chumbimbo	Transversal 73 x Cr 74d (frente a la Inst. Universitaria Pascual Bravo)
Quebrada Malpaso	Calle 73 x Cr 72a
Quebrada Malpaso	Costado sur del Nuevo Patio Taller
Caño Malpaso	Calle 75b x Avenida Regional (costado occidental)

FUENTE: METRO DE MEDELLÍN

3.3 Estructuras

Para este componente el Contratista deberá desarrollar los estudios de topografía, investigación de redes y suelos, geotecnia y diseño estructural, así como los demás Estudios y Diseños necesarios, y posterior construcción, de acuerdo con lo definido en el Apéndice Técnico 5, para los llenos, terraplenes, los muros de contención, cada uno de los cruces elevados sobre fuentes hídricas o vías vehiculares, además de los cruces soterrados que se requieren para el Proyecto. Los Estudios y Diseños y la construcción de este componente de estructuras deberá articularse con el diseño geométrico de la rasante férrea, vías vehiculares, niveles de urbanismo, resultantes para el Proyecto.

Para el componente de estructuras del Proyecto se deberá incluir, como mínimo, los siguientes elementos:

- **Llenos y terraplenes:** Es obligación del Contratista realizar los Estudios y Diseños y posterior construcción de los diferentes llenos y terraplenes que se requieran para el Proyecto garantizando la estabilidad de los terrenos.
- **Demolición y retiro de puente peatonal en la calle 37D:** Es obligación del Contratista realizar todas las actividades necesarias para retiro y demolición del puente peatonal de la calle 37D para posteriormente solucionar el paso de peatones a nivel urbano en la implementación del Proyecto.
- **Puentes:** En la siguiente tabla se mencionan las estructuras tipo puentes requeridas, a cargo del Contratista, para salvar la diferencia de niveles entre infraestructuras existentes o afluentes de agua, los cuales deberán compartir la sección urbana entre el Proyecto, como lo son las calzadas de tránsito mixto, ciclorruta, bermas, andenes, entre otros.

TABLA 4. PUENTES

No.	Nombre Estructura	Localización
1	Puente de la Avenida Guayabal	Avenida 80 sobre la Avenida Guayabal
2	Puente de la Quebrada La Guayabala	Avenida 80 con la calle 9 sobre la quebrada La Guayabala
3	Puente de la Calle 16	Avenida 80 sobre la Calle 16
4	Puente de la Quebrada Altavista	Avenida 80 con la calle 25 y Calle 21 sobre la quebrada Altavista
5	Puente de la Quebrada La Iguaná	Avenida 80 con la calle 59 y Calle 60 sobre la quebrada La Iguaná

FUENTE: METRO DE MEDELLÍN

- Viaductos: En la siguiente tabla se mencionan las estructuras requeridas, a cargo del Contratista, tipo viaducto para salvar la diferencia de niveles entre infraestructuras existentes, en las cuales se tendrá uso exclusivo del sistema férreo y sus componentes.

TABLA 5. VIADUCTOS

No.	Nombre Estructura	Localización
1	Viaducto de Caribe	Calle 75 B sobre la Autopista norte y sobre Carrera 65
2	Viaducto de Aguacatala	Avenida 80 sobre la Calle 12 sur y sobre Carrera 50

FUENTE: METRO DE MEDELLÍN

- Soterrados o deprimidos: En la siguiente tabla se mencionan las estructuras requeridas, a cargo del Contratista, tipo soterrados para cruzar por la parte inferior de infraestructuras o para generar espacios urbanos y cruces vehiculares, en las cuales se compartirá la sección urbana entre el sistema férreo y otras franjas como, calzadas de tránsito mixto, ciclorruta, bermas, andenes, entre otros, para el caso de San Juan; o de uso exclusivo para el sistema férreo como es el caso de San German o el ingreso y salida del Patio-Taller.

TABLA 6. SOTERRADOS

No.	Nombre Estructura	Localización
1	Soterrado de ingreso y salida al Patio-Taller	Calle 73 con carrera 69
2	Soterrado Occidental San Germán	Transversal 73 con Calle 65
3	Soterrado Oriental San Germán	Avenida 80 con Calle 65
4	Soterrado de San Juan	Avenida 80 con Calle 44 Avenida San Juan

FUENTE: METRO DE MEDELLÍN

- Muros de contención: Es obligación del Contratista realizar los Estudios y Diseños y la posterior construcción de todos los muros de contención necesarios para generar la estabilidad entre los

diferentes niveles que resulten de la intervención del corredor del Metro de la 80 y de sus diferentes infraestructuras.

Es responsabilidad del Contratista identificar las estructuras existentes y encontrar la solución de las nuevas que son necesarias para el desarrollo del Proyecto para que los diseños garanticen la estética y funcionalidad del mismo. Los Estudios y Diseños de las estructuras deberán incluir el análisis e implementación de las mejores alternativas, viabilizando la ejecución de las obras, para que se cumpla objetivo de salvar diferencias de niveles y permitir el paso del Proyecto, cumpliendo con las demás condiciones urbanas y de movilidad.

3.4 Estaciones y paradas

El Contratista deberá diseñar y construir catorce (14) paradas y tres (3) estaciones, donde su implantación en todo el recorrido será a nivel, a excepción de la estación San Germán que deberá ser soterrada y la estación Aguacatala que deberá ser elevada. Las características más relevantes se definen en el Apéndice Técnico 7.

La conformación arquitectónica deberá cumplir como mínimo con lo siguiente:

- Plataforma central, definiendo su dimensión acorde con el vehículo seleccionado y su proyección de acople a futuro, con una altura entre 25 y 30 centímetros de altura.
- Instalación de cubierta.
- Puertas de andén.
- Desarrollo de dos accesos por estación o parada.
- Zona de pasillos.
- Zona de armario y máquinas de recarga.
- Cuartos técnicos y operativos.
- Desarrollo de conexiones peatonales a través de pasarelas elevadas o pasos seguros en el caso de las paradas.
- Deberán incluir todos los dispositivos técnicos y comunicacionales para el acceso de todas las personas.

El Contratista deberá garantizar un correcto funcionamiento de las estaciones y paradas del Proyecto, toda vez que su dimensionamiento deberá responder a las modelaciones de demanda estimada del corredor realizadas por el Área Metropolitana de la Valle de Aburra (AMVA), quien es la autoridad en transporte.

(a) Parada típica

El Contratista deberá considerar para la parada típica una plataforma central de mínimo 5.50 m de ancho y una longitud de 70m libres y cabezotes de acceso de 10m, considerando una longitud máxima de 90m, garantizando además criterios de accesibilidad para el abordaje y desabordaje de pasajeros, permitiendo a los usuarios hacer cambio de sentido sin tener que salir de la zona paga. Los ingresos se deberán realizar a través de los cabezotes de acceso, localizados en cada extremo de la parada que incluyen tres pasillos de control por cada cabezote y un armario auxiliar donde se disponen los equipos técnicos de comunicaciones, eléctricos y demás; es decir, seis pasillos en total y dos armarios auxiliares por parada.

Además de lo expuesto anteriormente debe realizar los Estudios y Diseños y la posterior construcción de todos los elementos arquitectónicos y espaciales para tener una infraestructura de parada acorde con el servicio, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Desarrollo de cubierta y todos sus componentes.
- Estructura metálica central soporte de cubierta y catenaria.
- Instalación de puertas de andén, como cerramiento lateral a una altura mínima de 1.30 m.
- Cuartos operativos y zonas técnicas.
- Desarrollo de los pasos seguros y sus pasamanos.
- Dispositivos de accesibilidad universal.

La estructura de la parada tipo incluirá todas las actividades necesarias para su construcción, como lo son: excavaciones, llenos, impermeabilizaciones, filtros y drenajes, elementos estructurales en concreto, pisos y acabados.

(b) Estación Caribe

El Contratista deberá tener consideraciones espaciales con la estación Caribe para su diseño y construcción debido a que se encuentra ubicada entre la estación Caribe del Metro Línea A y la Terminal de Transportes del Norte. Además, se debe considerar debe estar localizada entre la Avenida Regional Norte y la futura estación del Tren de Río ubicada adosada al costado occidental de la Estación Caribe de la Línea A del Sistema Metro, lo que la proyecta como una estación intermodal. Por lo anterior deberá considerar en el diseño la previsión para la futura conexión las infraestructuras con la nueva estación del Metro Ligero de la 80. Adicionalmente se deberá contemplar en los diseños y construcción la ampliación de las dos pasarelas peatonales existentes de conexión con la estación Caribe de la línea A, las cuales deberán contar con un ancho de mínimo de 8m, creando un circuito de unión que permita a los tres modos de transporte, y la futura estación del tren del Río.

Las pasarelas deberán tener todos los dispositivos de accesibilidad, además de alumbrado público y cubiertas en sus primeros 8 metros.

Esta estación Caribe deberá contemplar una plataforma central de abordaje en el costado sur, con una longitud de mínima de 70 metros y un ancho mínimo de 7,7 metros, longitud suficiente para albergar un tren de composición doble. Estas dimensiones deberán permitir que dos vehículos lleguen al mismo tiempo en ambos costados, y que el andén sea suficiente para la circulación de los pasajeros en una situación de simultaneidad; siendo esta una de las dos estaciones de terminación de la línea.

Se deberá diseñar y construir dos cabezotes de acceso a nivel de pasarela, de los cuales se accederá hacia la plataforma de abordaje mediante puntos fijos (escalas) con ancho mínimo de 4m, además de instalación de dos ascensores accesibles, uno en cada extremo de la estación. El nivel de abordaje se encuentra en el nivel urbano, para el cual se deberá contemplar en el mismo nivel la zona de

ingreso de pasajeros con tres pasillos en cada extremo, es decir, seis en total, adicional se encuentran máquinas expendedoras de billetes y puntos de recarga. A su vez, en el nivel superior se deberá realizar la solución de enlace con las dos pasarelas de conexión a la estación de metro de la línea A, ampliadas según el alcance del presente Contrato, facilitando las conexiones entre ambos medios de transporte.

El Contratista deberá ampliar y acondicionar las zonas de acceso de la estación existente de la línea A, garantizado la conexión entre los dos sistemas.

La estructura de la estación Caribe incluirá todas las actividades necesarias para su construcción, como lo son: excavaciones, llenos, impermeabilizaciones, filtros y drenajes, elementos estructurales en concreto, pisos, cubiertas, cerramientos y dispositivos de accesibilidad exigidos en el Apéndice Técnico 7.

El Contratista deberá incluir en sus Estudios y Diseños, así como la construcción de la extensión de la pasarela nororiental, que conecta la estación Metro de Línea A Caribe con el barrio Moravia.

El diseño y la construcción debe desarrollar un espacio que pueda ser aprovechado para la instalación de un ciclo parqueadero para las personas que se integran a través de este modo de transporte.

(c) Estación San Germán

Para el diseño y construcción de la estación San German el Contratista deberá dar solución a través de un soterrado, permitiendo la incorporación a la avenida 80 sin generar interferencia con el tráfico de esta avenida, además deberá por su condición de estación soterrada permitir el desarrollo urbano a nivel, conformando un portal de integración modal con la disposición de bahías de estacionamiento para las rutas intermunicipales del occidente de la región y rutas que sirven a la zona noroccidental de la ciudad.

El desarrollo de su infraestructura soterrada genera dos puntos de acceso a la estación (cabezotes) ubicados en sus extremos de la plataforma, con dispositivos de acceso como ascensores y escaleras fijas, se debe instalar por su estado de soterrada un sistema de ventilación y extracción de aire además del sistema contra incendio para brindar mayor confort seguridad a los usuarios cumpliendo con lo especificado en el Apéndice Técnico 7.

La Estructura de la estación San German deberá incluir todas las actividades necesarias para su construcción, como lo son: excavaciones, llenos, sistema contra incendio, impermeabilizaciones, filtros y drenajes, elementos estructurales en concreto, pisos y acabados.

(d) Estación Aguacatala

Se encuentra ubicada cerca a la estación Aguacatala de la Línea A y la futura estación de la línea 12 Sur del sistema Metrolplús, entre la autopista sur y la Fábrica de Licores de Antioquia (FLA). Por las anteriores condiciones, el Contratista deberá darle un manejo especial a esta estación,

garantizando la integración peatonal con los sistemas de movilidad existentes y los proyectados según se establece en el Apéndice Técnico 7.

El Contratista tiene la obligación de extender y ampliar la pasarela peatonal actual y conectar con el espacio público elevado para generar una plazoleta de acceso a la nueva estación. La ampliación de la pasarela deberá contemplar una sección mínima de 8m, aplicando todos los criterios de accesibilidad universal, se deberá instalar un ascensor que conectará el nivel de andén peatonal con el nivel de espacio de ingreso a la Estación Aguacatala de la Línea A.

Su emplazamiento se desarrolla sobre la vía diagonal que une la calle 12 sur con la Avenida Regional, cumpliendo los gálibos vehiculares para facilitar un libre tránsito.

La estación consta de una plataforma central de abordaje de pasajeros, con ancho mínimo de 10m para el adecuado funcionamiento, debido a la alta demanda que se espera por ser una parada terminal de integración según lo descrito en el AT07. El ingreso a la parada se realiza a través de un cabezote de acceso ubicado en el costado sur, se deberá acceder al espacio público elevado a través de dos escaleras eléctricas y un ascensor. La estación contará con ocho (8) pasillos, donde uno permitirá el ingreso a personas en sillas de ruedas. Adicionalmente se debe construir servicios sanitarios, cuartos operativos y técnicos en un tercer nivel, para atender las necesidades operacionales.

El diseño de la cubierta se plantea a través de dos elementos principales, la cubierta en teja termoacústica tipo sándwich soportada en estructura metálica que cubre la totalidad de la plataforma para garantizar el confort al interior de la estación y que adicional es el soporte de las instalaciones eléctricas y de la catenaria, estará provista de líneas de vida para su limpieza y mantenimiento, la estructura de soporte se define con apoyos centrales y voladizos en ambos sentidos, cuya función principal es sostener la cubierta, ser soporte de la catenaria y de los paneles solares, como se describe en el Apéndice Técnico 7.

(e) Estación Floresta Línea A

El Contratista deberá diseñar y construir la modificación del punto de acceso actual de la estación Floresta de la línea B, para darle cabida al desarrollo del andén público generando la continuidad peatonal del corredor, deberá transformar el ingreso generando un paso peatonal libre, reubicando las puertas principales, taquillas y puntos fijos. Además, el Contratista se obliga a instalar al menos dos ascensores con paradas en los tres niveles operativos de la estación.

(f) Instalaciones eléctricas de baja tensión

Las obligaciones respecto de las instalaciones eléctricas de baja tensión en las estaciones y paradas del Proyecto se encuentran establecidas en el Apéndice Técnico 7 y corresponden a la siguiente descripción general:

Las instalaciones eléctricas de baja tensión para las paradas y estaciones que diseñará y construirá el Contratista se realizarán mediante una configuración en anillo redundante que estará alimentado por transformadores que estarán ubicados en las subestaciones de tracción. Estos anillos estarán a

un nivel de tensión de 480V/III. En las estaciones y paradas se hará la transformación de tensión de 480V/III a 220V/III para la alimentación de cada una de las cargas eléctricas al interior de las instalaciones.

Entre las instalaciones eléctricas de las estaciones y paradas se deberán diseñar y construir sistema de generación fotovoltaica. Así mismo las estaciones y paradas deberán incluir equipos especiales como los relacionados a continuación:

- Ascensores
- Puertas de andén y su componente embarcado
- Escaleras electromecánicas
- Ventilación de túnel San Germán

3.5 Redes de servicio externas

(a) Redes húmedas:

Es obligación del Contratista desarrollar los estudios y diseños bajo la normatividad técnica de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P., para la posterior construcción del traslado de las redes de servicios públicos externas para el Metro de la 80 teniendo en cuenta lo definido en el Apéndice Técnico 8, para lo cual deberá realizar la investigación, diagnóstico y levantamiento topográfico de las condiciones existentes y de funcionamiento de las redes de acueducto, alcantarillado y gas ubicadas sobre el Proyecto, determinando diámetros, materiales y funcionalidad, la distribución del sistema de drenaje de aguas lluvias y pluviales estableciendo sentidos de flujo, para desarrollar los diseños de los sistemas de servicios públicos, dando cabida al sistema del Metro Ligero de la 80. Los Estudios y Diseños en su componente de redes húmedas externas deberán contar con el concepto de conformidad de la Interventoría y con aprobación de EPM.

(b) Redes secas:

Es obligación del Contratista desarrollar los estudios y diseños para la posterior construcción del traslado de las redes de servicios públicos externas para el Metro de la 80 teniendo en cuenta lo definido en el AT08, para lo cual deberá tener en cuenta las redes de alta tensión (110 kV), redes de media tensión (44kV, 13.2 kV y 7.62 kV), redes de baja tensión (residencial, comercial e industrial) y redes de telecomunicaciones de diferentes los operadores que existen en la zona del Proyecto. Para lo anterior, es responsabilidad del contratista realizar la relocalización y reposición de dichas redes, ya que se interviene el corredor de paramento a paramento, dando cabida al sistema férreo del Metro de la 80.

El Contratista deberá desarrollar los estudios donde se incluyan los levantamientos de las redes existentes y las condiciones de los diseños geométricos, urbanísticos, las secciones transversales, las intercepciones con las principales calles del corredor, el paisajismo, entre otras, a la luz de las afectaciones que produzca la implantación del Proyecto.

Deberá contemplar en sus soluciones los criterios de diseño validados con las empresas operadoras, así como la protección de las redes que lo requieran por las condiciones del material de las mismas y los agentes generados por el Proyecto.

Deberá además encontrar e implementar una solución concertada con cada uno de los operadores de redes de energía y de telecomunicaciones, donde se proyecte la infraestructura necesaria tanto para el traslado de las redes actuales de los operadores.

Es responsabilidad del Contratista garantizar la estabilidad de las redes durante el proceso constructivo, donde las estructuras no sean afectadas por los movimientos de tierra. Es responsabilidad del Contratista garantizar la protección, traslado y reposición de las redes afectadas por el corredor, siempre con el acompañamiento del operador de la red.

El trazado del Proyecto se intercepta con las líneas de alta tensión en dos puntos. El primero es en la Carrera 65 a la altura de la Transversal 78, mientras que el segundo se encuentra ubicado en el sector de Aguacatala al costado occidental de la autopista. De acuerdo con la norma y con las consideraciones particulares de los sitios anteriormente nombrados, se estima que no existen afectaciones para ninguno de los dos sistemas, ya que cumplen con los gálibos recomendados por norma y por las entidades pertinentes, sin embargo, El Contratista deberá garantizar las distancias de seguridad a los elementos eléctricos según la normatividad aplicable y la implementación de la solución que permita la coexistencia de la infraestructura actual con el futuro Metro de la 80.

3.6 Patios y Talleres

Es obligación del Contratista elaborar los Estudios, diseños arquitectónicos, urbanísticos y paisajísticos a nivel de detalle del Patio-Taller, garantizando una construcción acorde con la operatividad del sistema.

Para el desarrollo de los Estudios y Diseños el Contratista debe proponer un lenguaje arquitectónico armonizado con el contexto urbano y la infraestructura existente para que adquiera el carácter e identidad como parte integral del sistema.

El Contratista debe considerar la información topográfica y demás aspectos del alcance del contrato, así como los demás requisitos de los Apéndices Técnicos para la elaboración del diseño arquitectónico.

El Contratista debe cumplir los siguientes parámetros para el Patio-Taller, de acuerdo con lo definido en el AT 06:

- El Patio- Taller debe estar diseñado y construido como una instalación física con los equipos e infraestructura necesaria garantizar la prestación de los servicios de mantenimiento, estacionamiento, salida e ingreso de trenes a la vía comercial y el aseo de vehículos que conforman la flota del Proyecto.
- El Patio-Taller debe contener espacios de circulación suficientes para asegurar un paso fluido de las instalaciones de mantenimiento a las vías de estacionamiento. La velocidad de operación al interior del Patio se restringirá a un máximo definido por el diseño geométrico férreo y por la seguridad de las maniobras en las vías de estacionamiento, vías de mantenimiento vías de ingreso y salida del Patio. En promedio, el metro ligero debe operar en el Patio-Taller a velocidades bajas entre los 5km/h y los 10km/h.

- Las vías de estacionamiento deben estar en capacidad de albergar un máximo de flota correspondiente a 48 trenes en composición simple.
- Las vías de mantenimiento en los talleres deben estar en capacidad de albergar un máximo de flota correspondiente a 10 trenes en composición simple.
- El Patio-Taller debe disponer de una vía de lavado para la limpieza rutinaria de los trenes de su exterior e interior.
- El Patio-Taller debe disponer de una vía para el cargue de arena de los trenes.
- El Patio-Taller debe disponer de una vía de pruebas para llevar a cabo los ensayos requeridos para asegurar la completa funcionalidad de los trenes que terminan operaciones de reparación y mantenimiento.
- Dado que los trenes ligeros son bidireccionales, se debe contar con una vía que permitan la inversión de los vehículos.
- El edificio de taller debe ser dimensionado para mantener vehículos como unidades simples y no en doble composición.
- Los trenes en doble composición deben poder permanecer en las vías de estacionamiento.
- El diseño del Patio debe permitir contar con vías y cambiavías estratégicos que le dan redundancia al Patio-Taller para garantizar una operación fluida y segura.
- La distribución de las vías debe estar dispuestas de forma que permitan tener secciones de sobrepaso, con la cual se pretende evitar interferencias en las maniobras al interior del patio entre las vías de estacionamiento, las vías de taller y las vías de ingreso y salida de trenes al Patio.
- El sistema de catenaria en el Patio-Taller debe contar una configuración de secciones eléctricas que permita la explotación de las diferentes maniobras de las vías del Patio-Taller de forma total y parcial, aún en los casos cuando haya alguna sección eléctrica desenergizada.
- Para garantizar la salida e ingreso de los trenes desde y hacia la vía comercial, se debe considerar una salida e ingreso alterna que permita mantener la disponibilidad de los trenes para el servicio comercial.
- Las vías del Patio-Taller deben permitir una redundancia para que en el caso de que alguna de las vías del patio presente algún tipo de incidente, no se bloquen las maniobras para el ingreso y salida del patio, el acceso a los talleres y demás vías requeridas para el mantenimiento de los trenes.
- El Patio-Taller deben contar con las siguientes áreas funcionales:
 - **Zona de taller:** Corresponde al espacio físico en el que se deben realizar todas las actividades de mantenimientos programados y no programados. En esta zona se deben

considerar las áreas o espacios donde se llevan a cabo las labores de reparación, limpieza y/o mantenimiento de los trenes. El taller debe tener las siguientes vías y zonas, equipadas según sus funciones, para llevar a cabo las actividades para el mantenimiento de los trenes:

- Vía de torno y foso: Vía destinada a la realización del reperfilado con arranque de viruta de las ruedas de los bogies
 - Vía de pintura y cabina: Espacio destinado para los retoques de pintura de las unidades, así como de unidades sueltas.
 - Vía y foso de revisión (cinco vías): Zona principal donde se hacen las labores de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo. Esta vía debe contar con tres niveles con el fin de poder inspeccionar por completo las unidades.
 - Vía de levante: Zona donde se realiza la extracción de bogies de las unidades. Sobre esta vía se deben ubicar gatos de levante (Lifting jacks)
 - Cabina de lavado manual de equipos: Esta cabina se destina para el lavado manual de equipos que hayan sido extraídos de las unidades.
 - Vía bogies y zona de revisión y desmonte de bogies: En esta zona se encuentra la zona de bogies, destinada para la reparación correctiva de bogies sueltos.
 - Zona de bancos de trabajo: destinada para revisión de pequeños elementos.
 - Zona de nivelación de bogies.
 - Zonas auxiliares del taller: Esta zona será complementaria para el adecuado funcionamiento del taller, ya que aquí se pueden disponer máquinas de limpieza y carretillas, puesto de control de producción y puesto de fichado.
- **Zona de operaciones:** En esta zona se contemplan los espacios donde se almacenan los equipos de control y operación.
 - **Puesto de control:** Zona desde donde se deben supervisar y controlar todas las operaciones de maniobras en el Patio-Taller. Esta zona debe poder tener una visual del patio que abarque la mayor cantidad de vías para el control y supervisión de las maniobras de movimiento de trenes en las vías de estacionamiento, vías de talleres y vías de ingreso y salida al Patio.
 - **Zona de laboratorios:** La zona de laboratorios incluye las áreas donde se deben llevar a cabo las actividades de mantenimiento, reparación, limpieza y/o almacenamiento de equipos independientes de las unidades móviles.
 - **Zona de acopio y almacenamiento:** Esta zona incluye los espacios donde se deben realizar las actividades de cargue, descargue y/o almacenamiento de materiales de construcción, repuestos, entre otros requeridos para el taller; así como prestar utilidad para el acopio, recolección y transporte de residuos generados. Se define programa arquitectónico a desarrollar por el contratista en el diseño y la construcción.
- Despacho
 - Control almacén
 - Armario valores
 - Cuarto de gomas
 - Almacén utilaje
 - Almacén productos químicos

- Químicos y aseo
- WC
- **Zona de cuartos técnicos:** Contempla todos los espacios destinados para la alimentación de energía y agua del edificio, manejo de redes y sistemas de comunicaciones y datos, como:
 - Zona de reparación de poliéster y zona de taller mecánico, donde se revisa el pequeño aparellaje
 - Área para soldar
 - Bombas P.C.I ventilación, motor diesel
 - Laboratorio Electrónica: Esta zona está dispuesta para realizar las reparaciones, revisiones y pruebas de equipos electrónicos.
 - Puesto de mando
 - Centro Kayzen
 - CGBT
 - Enclavamiento
 - Nodo de comunicaciones
 - Subestación (área mínima 198.08 m²)
- **Cuartos operativos:** Esta zona se destina para la administración del sistema, se define su materialidad acorde con su funcionalidad, teniendo presente el confort para las personas que aquí laboran, se pretende por su ubicación que cuente con iluminación y ventilación natural en ser posible, como alternativa a su sistema de iluminación y aire acondicionado. Así cada espacio debe solucionarse en dimensiones y acabados de acuerdo con las siguientes funciones:
 - Vestuarios del personal (masculino y femenino)
 - Sala de reuniones y capacitaciones
 - Aseos masculino y femenino
 - Primeros auxilios y botiquín
 - Sala de descanso
 - Brigada de emergencias
 - Primeros auxilios
 - Recepción acceso peatonal
 - Oficina
 - Puesto de mando
 - Centro Kayzen
 - Sala de reunión y capacitación
 - Puesto de mando
 - Cocineta
 - Vestuario femenino
 - Vestuario masculino
 - Aseo

(a) Instalaciones eléctricas de baja tensión y equipos electromecánicos

Las obligaciones respecto de las instalaciones eléctricas de baja tensión para el Patio-Taller del Proyecto se encuentran establecidas en el Apéndice técnico 06. El Patio-Taller deberán incluir equipos especiales como los relacionados a continuación:

- Ascensor
- Puentes grúas
- Nave de pintura
- Gatos coordinados
- Equipo lavado bogies
- Surtidor de arena para los vehículos ferroviarios de pasajeros
- Red contra incendios
- Red neumática
- Perfiladora de ruedas de vehículos ferroviarios de pasajeros
- Mesas gira bogies

3.7 Electrificación y subestaciones

Como se establece en el Apéndice técnico 09, el Contratista tiene la obligación de diseñar e implementar las subestaciones de tracción y la electrificación ferroviaria para el Proyecto; así como las interfaces con la subestación de alimentación que construirá Empresas Públicas de Medellín (EPM). Sin perjuicio de lo especificado en este Apéndice técnico 09, el sistema de suministro de energía tendrá la configuración descrita a continuación:

(a) Red de alimentación de 110 kV

El Proyecto contará con una subestación de alimentación de propiedad y conectada al Sistema de Transmisión Regional (STR) de las Empresas Públicas de Medellín a un nivel de tensión de 110 kV. Desde esta subestación de alimentación (SEA), por medio de una red eléctrica a nivel de tensión de 13,8 kV se energizarán todas las subestaciones de tracción conectadas a esta nueva SEA a través de mínimo dos circuitos de cables de cobre y desde las subestaciones de tracción se distribuirá la energía para el sistema de catenaria aérea, para las paradas, estaciones y el patio-taller de mantenimiento con sus vías de estacionamiento.

La nueva red de alimentación de energía eléctrica para el Proyecto se integrará a la red conformada por las tres (3) subestaciones de alimentación a nivel de tensión de 110 kV existentes para el sistema Metro de la ciudad (SEA Zamora, SEA San Diego y SEA Envigado); formando una configuración eléctrica que puede servir a ambos sistemas en caso de falla en alguna de las cuatro (4) subestaciones de alimentación que conformaran el sistema eléctrico global. Los estudios y diseños deberán garantizar que con esta integración se obtendrán beneficios de confiabilidad y seguridad ante contingencias en alguna de las subestaciones alimentadoras o de tracción.

(b) Red de alimentación de 13.8 kV

La alimentación de las subestaciones de tracción desde la subestación de alimentación (SEA Colombia) debe hacerse de forma redundante y para una operación sin restricción. Así mismo, las subestaciones de tracción deberán garantizar que estas se puedan conectar en forma redundante; de tal forma que se garantice la operación comercial sin restricción en caso de falla de una de ellas.

(c) Sistema de catenaria

Para el Proyecto se implementará un sistema de catenaria aérea de tipo “trolley”, sin sustentador, ampliamente utilizada para el tipo de aplicaciones como tranvías y metros ligeros por su simplicidad y buena integración en el conjunto estético urbano. Las principales condiciones de operación del diseño de la catenaria son: nivel de voltaje de 750 Vcc, catenaria doblemente aislada, nivel de aislamiento de 1.500 Vcc y velocidad máxima en tramo urbano del material rodante de 70 km/h.

El trazado de la catenaria para el Proyecto deberá contar con postes laterales y centrales a lo largo de la vía ferroviaria. También contará con fijaciones de catenaria a estructuras o fachadas en los tramos en que sea necesario.

La altura del sistema catenaria deberá garantizar el cumplimiento de los gálibos viales (5,50 m de altura) y debe ser en todo momento compatible con el rango de alturas admisibles de captación del material rodante especificado para el Proyecto.

Para la ubicación de los postes y el cálculo de los esfuerzos en estos, al elaborar los estudios y diseños se deberá considerar su integración urbanística y paisajística; teniendo especial tratamiento en las zonas de árboles del Proyecto. En este sentido, donde sea posible se ubicará y privilegiarán los postes de catenaria (laterales o centrales o pórticos) alineados e intercalados con los árboles, buscando una implantación con mínimo impacto ambiental y visual; que optimice la cantidad de postes en las entrevías férreas y que ofrezca un paisaje agradable y seguro para los usuarios y ciudadanos.

De acuerdo con el reglamento técnico de instalaciones eléctricas- RETIE, se tendrá en cuenta en el diseño de catenaria el uso de postes de catenaria para soportar el sistema de iluminación pública u otros sistemas en los tramos del trazado en que sea posible; tomando las precauciones necesarias para que aún en caso de fallas en un sistema de potencia no afecte el otro. Esta aplicación debe incluir doble aislamiento en relación con los diferentes sistemas eléctricos y sistemas de puesta a tierra especialmente diseñados. Se deberá presentar durante el diseño, la información y simulaciones que permitan verificar los aspectos de aislamiento y puesta a tierra.

El Contratista tiene la obligación de tomar las medidas oportunas en el diseño y la implementación que garanticen el pleno cumplimiento de la normatividad relativa a las corrientes parásitas causadas por los sistemas de tracción de corriente continua con retorno por los rieles.

El Patio-Taller contará tanto con vías de estacionamiento como de mantenimiento electrificadas y en el edificio de mantenimiento se tendrán diferentes vías energizadas y con equipamientos como puentes grúa que operarán sobre vías de mantenimiento. Para una operación segura del sistema de catenaria en talleres, el diseño y la implementación de la catenaria deberá garantizar el

enclavamiento mecánico y eléctrico con los puentes grúas de modo que se impida su desplazamiento cuando se detecte la catenaria energizada y permitiendo su uso cuando no lo esté.

(d) **Arquitectura de las subestaciones de tracción**

La distribución de energía de tracción en la línea (750 Vcc) se realizará siguiendo la arquitectura de distribución en paralelo (II). Las subestaciones de tracción estarán conformadas por equipos de media tensión (MT), de tracción (750 Vcc), para servicios y comunicaciones.

De acuerdo con la descripción anterior, el alcance de la electrificación ferroviaria (sistema de catenaria) y las subestaciones del Proyecto establecida en el Apéndice técnico 09; deberá cumplir como mínimo con las siguientes actividades principales a cargo del Contratista:

- Estudio de energía para el Proyecto según características del material rodante seleccionado, diseño final de la plataforma ferroviaria, cantidad y requerimientos de paradas, estaciones, Patio-Taller con vías de estacionamiento y su edificio de mantenimiento. Lo anterior es requerido para el dimensionamiento de la nueva subestación de alimentación.
- Estudios y Diseños de la nueva subestación de alimentación a nivel de 110 kV/13,8 kV en los predios del operador de energía de la ciudad, Empresas Públicas de Medellín, para suministro de energía a las subestaciones de tracción del Proyecto.
- Gestiones ante las autoridades competentes para integrar la conexión de la nueva subestación de alimentación a nivel de tensión de 110 kV al sistema interconectado de Empresas Públicas de Medellín.
- Estudios y simulaciones de energía de tracción para el trazado ferroviario final y según el material rodante seleccionado para el Proyecto. Estudio de armónicos de tracción.
- Estudios y Diseños de las subestaciones de tracción para el Proyecto; con nivel de tensión de 750 Vcc.
- Estudios y Diseños para la implementación del sistema de compensación de energía reactiva inductiva y capacitiva que se requiera en cada una de las subestaciones, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley Aplicable y especialmente en la Resolución CREG015 del 2018.
- Estudios de energía que permitan determinar las necesidades para la integración entre las subestaciones del Proyecto y las subestaciones de tracción existentes en las líneas A y B del sistema Metro de la ciudad (SET Ayurá, SET Universidad, SET Estadio y otras). Incluye flujos de cargas y coordinación de protecciones.
- Estudios y Diseños de las modificaciones en equipos, protecciones y cableado de las subestaciones de tracción existentes SET Ayurá, SET Universidad, SET Estadio del sistema Metro de la ciudad en las líneas A y B para su integración con las subestaciones de tracción a nivel de tensión en AC con las subestaciones de tracción para el Proyecto.
- Estudios y Diseños de las modificaciones en equipos, protecciones y cableado en subestaciones de alimentación y tracción existentes del sistema Metro en las líneas A y B; tales como SET Poblado, SEA San Diego, SEA Envigado u otros necesarias para la operación integrada de las tres subestaciones de alimentación SEA Zamora, SEA San Diego y SEA Envigado con la nueva subestación a nivel de 110 kV para el Proyecto.
- Estudios y Diseños del sistema de catenaria “trolley” mediante línea aérea de contacto a 750 Vcc. Incluye diseño e implementación del sistema de protección contra rayos.

- Estudios y Diseños del suministro de energía para las instalaciones de uso final como paradas, estaciones y el edificio Patio-Taller para el Proyecto; alimentadas desde las subestaciones de tracción.
- Estudios de interconexión de los sistemas de puesta a tierra del sistema y medidas a implementar para mitigar y controlar los efectos de las corrientes parásitas.
- Suministro e implementación de todos los equipos en las subestaciones de tracción y para el sistema de catenaria de acuerdo con lo especificado en el Apéndice técnico 09.
- Certificaciones de las instalaciones eléctricas de acuerdo con los requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas -RETIE- y del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público -RETILAP.

3.8 Superestructura

Como se establece en el Apéndice Técnico 10, el Contratista deberá realizar los Estudios y Diseño e implementación de la superestructura de la vía férrea a superficie o a nivel del Proyecto con la integralidad e interfaces con los demás componentes del Proyecto y su entorno. Sin perjuicio de lo especificado en el Apéndice Técnico 10, la superestructura de la vía férrea a superficie o a nivel deberá cumplir con al menos los siguientes parámetros:

- El tendido de vía deberá corresponde a un sistema clásico de vía embebida en losa de concreto usando el sistema constructivo alemán.
- Realizar los estudios geotécnicos, geológicos y topográficos para determinar las condiciones técnicas de la superestructura férrea
- Subrasante con CBR >3.
- Sub base granular CBR > 30.
- Losas de concreto.
- Traviesas de concreto.
- Sujeciones del riel.
- El riel seleccionado debe corresponder a la especificación UIC54 o 54E1, de acuerdo con el estándar EN 13674-1, que consiste en una sección tipo “T”, con ancho de vía estándar de 1,435mm.
- GLO (gálibo libre de obstáculo).
- Sistema de drenajes.
- Gálidos horizontales y verticales, gálibo libre del material rodante, gálidos dinámicos y de seguridad.
- Atenuación de ruidos y vibraciones: El Contratista debe implementar medidas de atenuación máximas en las áreas sensibles como: hospitales y centros de salud, colegios y centros de educación, equipamientos sociales y religiosos del trazado, para mitigar el ruido y la vibración generado entre la interfase rueda riel y las cargas dinámicas, con la finalidad de minimizar los ruidos y vibraciones mínimo a 20 dB, por medio de enchaquetado de rieles y manta elastomérica de poliuretano bajo la losa de concreto. Así mismo, el Contratista deberá realizar los estudios requeridos para verificar las condiciones actuales de ruido y vibraciones en el trazado.
- Acabados (grama natural, concreto impreso, asfalto, concreto). El Contratista deberá garantizar que en todo el trazado el acabo de la superestructura deberá ser en grama natural, salvo en

viaductos, soterrados, Patio Taller, intersecciones viales y peatonal o paso a nivel. Los acabados que deberá garantizar el Contratista para la superestructura de vía férrea son:

1. Concreto impreso: pavimento en concreto con tratamiento superficial in situ de estampado, texturizado y coloreado de la mezcla. Se utilizará en todo el corredor.
 2. Grana natural: Grana natural para la empradización superficial in situ con tierra vegetal. Se utilizará en el 75% de todo el corredor.
 3. Concreto asfáltico: pavimento en asfalto en una capa final sobre la superestructura. Pretende dar continuidad a la capa de rodadura del pavimento en las intersecciones, por lo que los rieles deben estar completamente embebidos.
 4. Concreto de estructura: Se utilizará concreto sin tratamiento superficial en estructuras 100% segregadas como el viaducto de Caribe, Aguacatala y el paso inferior o mixto de San Germán. Permite un embebido parcial de los rieles.
- En la obra civil, para la construcción de la superestructura de la vía férrea, el Contratista debe cumplir con los siguientes requerimientos:
- Descapote, limpieza, excavación en tierra y roca, control de aguas, extracción de bolos, llenos, demolición de (asfalto, concreto, bordillo, redes secas y húmedas y demás demoliciones), reemplazos y mejoramientos de suelo, filtros (geodrén, geotextiles y demás), sub-base granular, mezcla asfáltica, bombas sumergibles en vías soterradas, concretos, acero de refuerzo y demás actividades necesarias para la construcción de la superestructura de la vía férrea.
- En la obra civil, para el tendido de la vía férrea, el Contratista debe cumplir con los siguientes requerimientos:
- Traviesas de concreto.
 - Rieles.
 - Soldaduras aluminotérmicas.
 - Sujeciones del riel.
 - Cambiavías o desvíos o aparatos de vía.
 - Parachoques o dispositivos de vía.
 - Juntas aislantes encoladas/pegadas de fábrica.
 - Aparatos de dilatación.
 - Sistema de drenaje transversales y longitudinales con sus conexiones a redes existentes.
 - Cajas para balizas.
 - Galibo libre de obstáculo (GLO).
 - Aislamiento eléctrico.
 - Se deberá tener en cuenta las interfases con los demás componentes del proyecto y de su entorno.
 - Infraestructura para el control de raíces de las especies vegetales, para evitar aquellas con gran crecimiento cercanas o adyacentes a la plataforma ferroviaria.
- Para los otros componentes de la vía férrea, el Contratista debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Placas de localización.
 - Señales en las curvas.
 - Señales de los cambiavías.
 - Piquetes en vía.
 - Señales de las posiciones del estacionamiento.
 - Tuberías para el pase de cables en plataforma.
- Para la construcción de la vía férrea (cola de maniobras) en la vía del Ferrocarril de Antioquia, el Contratista debe cumplir con los siguientes requerimientos:
 - Intercomunicación entre vías férreas (Metro Av. 80, cola maniobras y línea enlace existente del metro de Medellín): El Contratista deberá realizar los Estudios y Diseños para que la vía del Ferrocarril sea en trocha estándar, debido a que actualmente es de trocha angosta. Así mismo, deberá garantizar que la vía férrea (ramal de conexión) sea con acabado en asfalto por la interfase con el flujo vehicular.
 - Vía en sub balasto, balasto, durmientes en concreto, sistemas de drenajes, riel, sujeciones del riel, cambiavías, parachoques.
 - Demarcación horizontal y vertical en pavimento.
 - Interfase con los demás componente existentes y nuevos.
 - El Contratista deberá garantizar que la longitud de la vía (cola de maniobras) se estacionen dos unidades acopladas más vehículo auxiliar o bivial, dicha longitud deberá ser en zona sin desvíos.
 - El cerramiento existente de la línea de enlace deberá conservarse, y deberá ser integrado al cerramiento de la vía en cola de maniobras.
 - El ramal de conexión será un empalme con maniobras manuales, donde el Contratista deberá garantizar una cola de espera paralela al Metro de la Av.80, que no invada la regional donde circulan los vehículos automotores.

(a) Diseño geométrico

Como se establece en el Apéndice Técnico 10, el Contratista deberá realizar los Estudios y Diseños geométricos del corredor férreo en la vía comercial, el Patio Taller, apartaderos, ramal de conexión desde la parada Caribe del Proyecto hacia la cola de maniobra de la vía del Ferrocarril de Antioquia y luego hacia la línea de enlace del sistema Metro existente e interfaces con los demás componentes del proyecto y su entorno. Sin perjuicio de lo especificado en este Apéndice Técnico 10, el diseño geométrico deberá cumplir con los siguientes parámetros:

- Características del Material Rodante
- Superestructura de vía férrea
- Velocidad de diseño de acuerdo con el sistema operativo y Material Rodante.
- Trocha 1435mm
- Ancho de vía y entre vías
- Geometría horizontal
 - Aceleración lateral y variación de la aceleración sin compensar.
 - Aceleración lateral máxima.
 - Variación máxima de la aceleración.
 - Variación máxima de la aceleración lateral.

- Curvas circulares y tangentes.
 - Radios de curva mínimo de 50 metros en vía comercial y 25 metros en vías de Patio Taller.
 - Longitud de curva.
 - Longitud de tangente en curvas reversas
 - Longitud de tangente en curvas compuestas.
- Curva de transición horizontal
 - Longitud de espiral basada en la insuficiencia de peralte
 - Longitud de espiral basada en el peralte de curva
 - Longitud de espiral basada en peralte actual de la Av. 80 como velocidad
 - Espirales en curva circulares compuestas.
- Peralte
 - Peralte aplicado
 - Rampa de peralte
 - Variación del peralte con el tiempo
- Geometría vertical
 - Tipo de curva vertical
 - Tangentes verticales
 - Radio de curva vertical
 - Longitud de curva vertical
 - Aceleración vertical
 - Pendiente longitudinal
- Combinación de geometría horizontal y vertical
- Geométrica en estaciones y paradas
 - Alineamiento horizontal en estaciones y paradas
 - Rasante vertical y requerimientos de curva vertical en estaciones/paradas
- Galibo horizontal
 - Envolvente dinámica de vehículo
 - Entrevía y gálibo libre de obstáculos
- Galibo vertical
- Curvas de transición
- Longitudes máximas en recta
- Cambiavías
 - Localización en planta
 - Localización en alzado
 - Aparatos de cruzamiento
- Pendiente máxima del 6% en línea comercial y 0% en Patio Taller.
- Pendiente máxima en estaciones y paradas de acuerdo con los parámetros de accesibilidad universal de pasajeros, seguridad del material rodante, sistemas de drenajes y demás normatividad aplicable.
- Entre otros factores
- Interfase con los diseños geométricos de las vías vehiculares
- Señalización vertical y horizontal.
- Levantamientos topográficos. Así como las interfases con las demás infraestructuras existentes y nuevas.

(b) Multitubular y banco de datos

Como se establece en el Apéndice Técnico 10, es responsabilidad del Contratista diseñar y construir las soluciones para las necesidades de los diferentes bancos de ductos y multitubulares del Proyecto, como lo son, entre otros:

- Conexión con subestaciones.
- Multitubular corredor.
- Mutitubular secundaria.
- Ductos para señalización viaria y ferroviaria.
- Ductos para conexión entre estaciones del Metro de la 80 y Líneas A y B del Sistema Metro.
- Ductos para CCTV Inter estaciones y paradas.
- Interfase con las redes e infraestructuras existentes y nuevas.

El Contratista debe garantizar que todos los cables enterrados tengan un sistema de ductos adecuado a su funcionalidad garantizando una correcta disposición, protección y mantenimiento de los cables, sin limitar a los bancos de ductos identificados anteriormente.

Con base en los requerimientos eléctricos, telecomunicaciones, señalización y de control, a partir de los cuales se definen las necesidades de conexión para cada equipo, la disposición física de las subestaciones, paradas, estaciones y trazados de las diferentes redes, teniendo en cuenta los tramos de canalización en cárcamos y/o en bancos de ductos para cruce de cables a lo largo de todo el corredor y las respectivas conexiones con subestaciones y otras redes.

3.9 Material Rodante

Como se establece en el Apéndice Técnico 11, el Contratista tiene la obligación de diseñar e implementar el Material Rodante para el Proyecto. Sin perjuicio de lo especificado en el Apéndice Técnico 11, el Material Rodante del Proyecto deberá cumplir como mínimo con lo descrito a continuación.

El vehículo ferroviario de pasajeros será bidireccional, con cabina de conducción en ambos extremos, piso bajo, velocidad máxima de setenta (70 km/h). El vehículo ferroviario de pasajeros constará de cinco módulos; con tres de ellos apoyados sobre sus respectivos bogies. Los puestos de conducción ubicados en ambos módulos extremos serán un lugar de trabajo ergonómico, con todos los mandos al alcance del conductor.

Los pasajeros deberán poder circular sin obstáculos al interior del vehículo ferroviario de pasajeros, desde un extremo al otro sin descender a la vía o a la estación o parada. Los vehículos ferroviarios de pasajeros deberán contar con espacios de sillas de ruedas ubicados en los módulos suspendidos de tal forma que los usuarios en sillas de ruedas dispongan de espacio suficiente para maniobrar la silla de ruedas y cuenten con puertas cercanas por ambos costados para subir y bajar del vehículo.

Así mismo, el Contratista deberá diseñar e implementar dos (2) vehículos auxiliares para realización de actividades de rescate y mantenimiento de la vía férrea y del sistema de catenaria aérea.

(a) Características generales de los vehículos ferroviarios de pasajeros (Trenes)

Los vehículos ferroviarios de pasajeros deben cumplir la normativa europea EN, para este tipo de vehículos. Las dimensiones generales de los trenes son las siguientes:

TABLA 7. CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS FERROVIARIOS DE PASAJEROS

Descripción	Valor requerido
Cantidad de vehículos ferroviarios de pasajeros	20
Longitud del vehículo ferroviario de pasajeros (rango)	32,0 m a 34,5m
Longitud 2 vehículos ferroviario de pasajeros acoplados	Máximo 70 m
Capacidad del vehículo ferroviario de pasajeros en composición simple	300 pasajeros (con todas las sillas ocupadas y 6 pax@ m ²)
Capacidad del vehículo ferroviario de pasajeros en composición doble (acoplados)	600 pasajeros (con todas las sillas ocupadas y 6 pax@ m ²)
Ancho de la vía ferroviaria	1.435 mm (estándar internacional)
Altura del vehículo ferroviario de pasajeros	Máximo: 3.500 mm
Ancho del vehículo ferroviario de pasajeros	2.650 mm
Altura interior del vehículo ferroviario de pasajeros	Mínima 2.000 mm (medida en zonas de intercurrencia)
Altura captación en Patio	6.100 mm
Altura captación en Taller de mantenimiento	6.300 mm

Sentido de desplazamiento	Bidireccional
Numero de cabinas por vehículo	2 cabinas – (una por cada extremo del vehículo)
Numero de enganches por vehículo	2- (uno en cada extremo del vehículo)
Tipo de enganche	Manual y/o semiautomático
Tipo de alimentación	Eléctrica – catenaria aérea
Voltaje de alimentación	750 V cc
Tipo de vehículo	Multi-cuerpo - flexible
Cantidad de cuerpos	5 cuerpos
Cuerpos motrices	Mínimo 3 bogies
	Bogies motrices; 2 uno en cada extremo
	Bogie remolque: 1 uno en cuerpo intermedio
Ruedas y ejes	Ruedas de acero y ejes completos entre ambas ruedas
Tipo de catenaria	Aérea suspendida entre apoyos
Velocidad máxima de diseño del vehículo	70 km/h
Aceleración sin compensar en C2 (AW2)	0,65 m/s ²
Aceleración máx. sin compensar C2 AW2	1,00 m/s ²
Jerk para la aceleración sin compensar	0,40 m/s ³
Espacios de sillas de ruedas	2 por cada vehículo de pasajeros
Aire acondicionado y calefacción (AA)	Cabina de conductor: 1 equipo AA por cada cabina.
	Compartimento pax: 2 equipo AA (redundante)
Cantidad de puertas	Seis (6) por lado del vehículo ferroviario de pasajeros
Sistema de monitorización y control (TCMS)	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de toda la información transmitida a nivel de bus de vehículo (MVB) y (CAN, Ethernet). • Ayuda a la conducción, visualización de las alarmas y eventos del tren. • Interfaz gráfica con los equipos auxiliares del tren. • Diagnóstico de averías como en las labores de mantenimiento. • Terminal IHM en cada cabina que será la interfaz del usuario con el sistema TCMS.

El Contratista deberá garantizar un sistema de telemetría con su plataforma de datos de tren, a través de un módulo (software funcional abierto) de mensajería JMS (Java Message Service interfaz mencionada).

Los equipos y sistemas telemáticos y de señalización a bordo del vehículo ferroviario de pasajeros deberán cumplir con lo especificado en el Apéndice Técnico 21.

(b) Características generales de los vehículos auxiliares

Los dos (2) vehículos auxiliares cumplirán como mínimo con las siguientes características:

- Ingreso y homologación de este tipo de vehículos ferroviarios importados al país de acuerdo con la Ley Aplicable.
- Circulación y operación tanto en vía automotriz como en vía ferroviaria; vehículos b-viales.
- Disponer de aperos ferroviarios para vía estándar de 1.435 mm.
- Tracción y frenado en cualquier condición de carga del tren, así como de la vía (recta, curva o pendiente máxima) o bien del estado del tiempo (seco, húmedo o lluvias fuertes); tanto para maniobras requeridas en la vía férrea de arrastre o empuje del tren.
- Acumuladores para suministro de las presiones de frenado en labores de arrastre o empuje de un vehículo ferroviario de pasajeros del Proyecto.
- Gálibos del tren y de las vías ferroviarias resultantes de los diseños del Proyecto.

Sin perjuicio de lo especificado en el Apéndice Técnico 11, los vehículos auxiliares deberán obedecer a las siguientes características mínimas:

- Vehículo auxiliar para mantenimiento catenaria:
 - Plataforma de trabajo para el mantenimiento de la catenaria aérea
 - Grúa certificada para aplicaciones ferroviarias
 - Deposito (cajón) para el almacenamiento de herramientas
 - Volcó con longitud y capacidad para ubicación de herramientas de mantenimiento del sistema catenaria
 - Pantógrafo para medición del descentramiento (*zig zag*) y la altura del hilo de contacto
 - Acoples en ambos extremos.
- Vehículo auxiliar para mantenimiento de vía férrea y rescate:
 - Acoples en ambos extremos
 - Equipamiento para encarrilamiento de los vehículos ferroviarios de pasajeros
 - Herramientas básicas de extricamiento de los vehículos ferroviarios de pasajeros
 - Acumuladores y dispositivos para frenado ferroviario para convoy con un vehículo ferroviario de pasajeros, en las condiciones más desfavorables ambiente y trazado de la vía férrea.
 - Lastre necesario para todas las actividades de trabajo del vehículo.

3.10 Operaciones

Como se establece en el Apéndice Técnico 12, el Contratista deberá cumplir en los Estudios y Diseños y en la Puesta en Marcha, los siguientes parámetros requeridos para que la Empresa pueda llevar a cabo la Operación Comercial del sistema, sin perjuicio de lo especificado en el Apéndice Técnico 12:

- La conducción y señalización para esta línea es del tipo “marcha a la vista”, no obstante, se debe disponer de señalización ferroviaria, donde en operación comercial en condiciones normales y degradadas sea necesario tomar aparatos de vía o gestionar tramos de acceso al Patio-Taller.
- Los Estudios y Diseños deben considerar que todos los trenes rutinariamente se detendrán en todas las estaciones de su recorrido para permitir el ingreso y salida de los pasajeros desde y hacia las plataformas.
- La velocidad máxima comercial se limita a 60km/h en zonas urbanas protegidas y en las zonas en la que línea discurre por vía segregada. Así mismo, se deberán tener en cuenta las velocidades máximas consideradas en zonas con cruces viales de 40 km/h y en zonas urbanas no segregadas de 25 km/h.
- Los trenes deben poder ser conducidos por un solo conductor. Sin embargo, se debe contar con dos cabinas de conducción en cada tren con el fin de que se pueda iniciar marcha en cualquier sentido. El conductor debe poder desplazarse al interior del tren para acceder a la otra cabina.
- Las funciones de mando en la cabina de conducción deben estar organizadas de acuerdo con la frecuencia de utilización de las diferentes funciones integradas. Distintas señales luminosas estarán encargadas de notificar al conductor de la situación de los diferentes componentes del sistema, como averías de equipos mecánicos, irregularidades con puertas, entre otros.
- Los sistemas del tren deben permitir automáticamente un cambio de modo de explotación, de acuerdo un régimen degradado definido, y utilizando todas las formas de comunicación requeridas para avisar del incidente (aviso a conductor y Puesto Central de Control). El modo de explotación del régimen degradado debe activarse dependiendo del tipo de falla.
- Los trenes deben poder tener la capacidad de remolcar o empujar otros trenes en caso de que se presenten fallos que impidan la movilización.
- Los trenes deben estar habilitados para acoplarse con otros trenes, para satisfacer los requerimientos de capacidad planteados en el dimensionamiento de flota. Los acoples no deben generar detrimentos en la velocidad de operación, ni en las propiedades de frenado de los trenes, y deben poder ser conducidos por un solo conductor.
- Se deben implementar cambiavías, en puntos estratégicos, a lo largo de la vía férrea para permitir la operación con servicios parciales en el caso de que la operación se vea interrumpida (por avería del material rodante, por un pequeño corte de una vía en caso de reparación de elementos estructurales de la plataforma o la superestructura, por un accidente de tráfico, manifestaciones, eventos deportivos, entre otros).
- Los trenes que servirán la demanda del corredor deben poder operar comercialmente en composición simple o doble, según las condiciones de demanda.
- Los trenes deben circular por la derecha de la vía. Sin embargo, en casos de obstrucción de vía o emergencia, se debe permitir la circulación por la izquierda de forma segura únicamente de manera contingente en las instalaciones de retorno dispuestas para ello.

- El recorrido de los trenes debe tener prioridad en el corredor con respecto a todos los vehículos en los cruces a nivel donde los trenes deben mantener su marcha, garantizando el cruce seguro y el tiempo de ciclo de recorrido.
- El tiempo de ciclo de recorrido (Caribe-Aguacatala-Caribe) debe ser como máximo de 70,5 minutos, a partir de una velocidad media comercial de 25km/h como mínimo.
- El intervalo de operación del corredor del Proyecto ya sea con trenes en configuración simple o compuesta, debe permitir llegar a un mínimo de 3 minutos, cuando la demanda lo requiera. Este intervalo mínimo debe tener en cuenta:
 - La priorización total en las intersecciones viales con el sistema de señalización viaria.
 - La capacidad de respuesta de la señalización ferroviaria.
 - La configuración de los retornos en las estaciones terminales para optimizar los tiempos en las maniobras de cambio de sentido de marcha.
 - La configuración de los retornos en las estaciones terminales para optimizar los tiempos en las maniobras de cambio de sentido de marcha.
 - La capacidad de las subestaciones de energía.
 - Tiempos de parada en estaciones promedio de 30 segundos.
- El diseño de capacidad máxima de oferta debe considerar la modelación y simulación por medio de un software especializados de modelos de transporte ferroviarios, de tal forma que permita identificar la eficiencia, el desempeño y el cumplimiento de los parámetros operacionales de acuerdo con la capacidad de respuesta de la señalización viaria, ferroviaria y de los retornos en las estaciones terminales.
- Las actividades de estacionamiento y mantenimiento deben ser realizadas en las instalaciones del Patio-Taller, por lo cual el Patio-Taller debe ser diseñado para suplir todas las necesidades de estacionamiento, y mantenimiento de los trenes del Proyecto.
- El Patio-Taller debe disponer infraestructura suficiente para la ejecución de las maniobras que permitan garantizar una operación segura y fluida. Así mismo, las velocidades de recorrido en estas instalaciones deben ser más bajas que las de operación del corredor, considerando según el tipo de maniobra, velocidades entre 3km/h y 10 km/h.
- En caso de obstrucciones o fallos, se debe garantizar la explotación de la línea con servicios parciales, con el fin de dar flexibilidad al sistema. La selección de la ubicación de los aparatos de vía y del seccionamiento catenaria, debe ser definidos teniendo en cuenta el desempeño operacional deseable con la mayor cobertura posible.
- Las instalaciones de retorno en las estaciones terminales deben contar con cambiavías que permitan flexibilizar y simplificar el inicio de marcha, garantizando la disponibilidad de retorno operacional en operación rutinaria como no rutinaria, considerando en la estación Aguacatala un retorno anterior y en la estación Caribe un retorno anterior y otro posterior.

- El tiempo promedio estándar de parada es de 30 segundos en las estaciones. Sin embargo, durante las horas pico se podrán considerar incrementos del tiempo de parada hasta en un 50% adicional.
- El retorno posterior en la estación terminal Caribe debe permitir el estacionamiento de trenes en composición simple o doble, como complemento a la salida e ingreso de trenes al Patio-Taller.
- La variable de desempeño para la evaluación del cumplimiento operacional del servicio del Proyecto será el cumplimiento de los esquemas horarios planteados para cada estación. Se considerará una tolerancia máxima admisible de +2 minutos (retraso) en la llegada de los trenes a cada estación, tiempo que debe recuperarse desde la regulación del plan horario desde el sistema de gestión de tráfico, permitiendo tener un desempeño general de la operación del 99%.
- El modo de conducción es manual marcha a la vista realizado por un solo conductor. Se apoya de los diferentes sistemas de señalización ferroviaria y viaria que permiten la utilización de aparatos de vía.
- Se debe permitir solamente la circulación por la derecha, a excepción de situaciones de emergencia u obstrucción de vías, en donde se debe permitir de forma segura, el uso del carril izquierdo utilizando la señalización y los cambiavías dispuestos para ello.
- Los trenes deben ser reversibles y contar con puertas a ambos lados con el fin de poder utilizarse en cualquier sentido.
- Los trenes deben poder ser auxiliado por otro tren o vehículo auxiliar para que pueda rescatar el vehículo por empuje o remolque.
- Los trenes deben estar en la capacidad de operar en composición doble para prestar servicio comercial. Por esta razón, se debe garantizar que el material rodante tenga la capacidad de funcionar con las mismas características de velocidad, aceleración y frenado. Adicionalmente un solo conductor debe poder realizar la conducción de los vehículos acoplados para condiciones de operación rutinarias.
- El acoplamiento de trenes debe evitar reacciones dinámicas entre los dos vehículos. Dicha operación debe poder ser ejecutada por un máximo de dos personas.
- En términos de garantizar la operación en condiciones de emergencia u obstrucción de vía, se deben implementar aparatos de vía como instalaciones de retorno en la cual los trenes puedan cambiar su sentido de marcha, cambiando de vía, adicionales a las instalaciones de retorno de las estaciones terminales, de tal forma que la operación se realice de forma parcial en algunos tramos de la vía comercial.
- La salida e ingreso de los trenes desde y hacia la línea comercial, se debe realizar desde el Patio-Taller, con posibilidad de salida e ingreso en dirección hacia y desde la estación Caribe, así como en dirección hacia y desde la estación Aguacatala.

- Para el ingreso y salida de los trenes al Patio-Taller se deben implementar diferentes aparatos de vía que permitan disponer de dos salidas e ingresos complementarios de tal forma que en caso de afectarse una de ellas, se puede garantizar la salida e ingreso a la vía comercial para no afectar la prestación del servicio.
- Se debe poder realizar la operación comercial de forma parcial en caso de bloqueo de algún tramo de la vía férrea en caso de interrupción del servicio, por medio de aparatos de vía para garantizar que la operación comercial continúe de forma sectorizada.
- El sistema de la catenaria debe contar una configuración de secciones eléctricas que permita la explotación en régimen degradado en las zonas de aparatos de vías implementadas para la operación parcial.
- Se deben implementar apartaderos como instalaciones de retorno donde es posible estacionar parcialmente un tren en composición simple o doble que por condiciones operacionales deba ser retirado del servicio comercial, sin tener que trasladarlo hasta la estación Caribe o Aguacatala, o para su ingreso al Patio-Taller.
- Los apartaderos deben poder ser utilizados en ambos sentidos de marcha de forma segura, con aseguramiento de marcha desde la señalización ferroviaria y viaria.
- La operación se debe poder realizar de forma segura desde la señalización ferroviaria, la señalización viaria, el sistema de catenaria y de los sistemas de control y supervisión de la operación, de todas las alternativas de operación que se puedan dar para cada una de las instalaciones de retorno.
- Se debe realizar la integración de la vía férrea del Proyecto del Metro de la 80, con la vía férrea de línea A de Metro de Medellín, permitiendo que la operación se realice de forma segura desde la señalización ferroviaria, la señalización viaria y de los sistemas de control y supervisión de la operación para la integración entre ambos sistemas.
- La supervisión, gestión y control de la operación del Proyecto se debe realizar desde el Puesto Central de Control (PCC) que tiene el Metro de Medellín desde el cual opera las demás líneas existentes, así mismo la supervisión y control de la operación del Patio-Taller se debe realizar desde el cuarto Operativo ubicado en el mismo Patio-Taller.
- Los sistemas requeridos para la supervisión, gestión y control de la operación deben estar conformados por:
 - Sistema de Gestión de Tráfico ferroviario, el cual debe estar compuesto por:
 - Sistema de Ayuda a la explotación: Vista cartográfica, módulos de planificación de servicio de trenes, módulos de supervisión y seguimiento de servicios planificados en tiempo real.
 - Control de Tráfico Central (CTC) para la señalización ferroviaria: Es la interfaz del sistema para la supervisión, gestión y control de la señalización ferroviaria, la gestión y el seguimiento de la planificación horaria.
 - Sistema de reproducción de eventos para el sistema de señalización ferroviaria.
 - Sistema Centralizado de la Señalización Viaria el cual debe servir como la interfaz del

- sistema para la supervisión de la señalización viaria.
 - Circuito cerrado de televisión (CCTV)
 - Sistema de Información al Viajero (SIV)
 - Sistema de Megafonía
 - Sistema de Interfonía
 - Sistema de radio y de telecomunicaciones
 - Sistema de Gestión de Energía
- Los sistemas requeridos para la supervisión, gestión y control de la operación en el Patio-Taller, deben estar conformados por:
 - Control de Tráfico Central (CTC) para la señalización ferroviaria: Es la interfaz del sistema para la supervisión, gestión y control de la señalización ferroviaria del Patio-Taller.
 - Sistema de radio
 - Sistema de telefonía e interfonía
 - Sistema de CCTV
 - La operación se debe regir por un conjunto de señales destinadas a informar y regular de forma segura la operación del Proyecto. Las señales que deben ser consideradas en los Estudios y Diseños y en la Puesta en Marcha, para llevar a cabo la supervisión, gestión y control de la operación son las siguientes:
 - Señales informativas.
 - Señales ferroviarias
 - Señales viarias de acuerdo con el Código Nacional de Tránsito.
 - Señales para movimientos de maniobras en las instalaciones de retorno y en zonas de cambiavías.
 - Señales de protección homologadas con las actuales señales de protección utilizadas por el Metro de Medellín.
 - Señales de reducción de velocidad homologadas con las actuales señales de reducción de velocidad utilizadas por el Metro de Medellín.
 - Señales para tracción eléctrica (estado de la red de suministro de energía) homologadas con las actuales señales de tracción eléctrica utilizadas por el Metro de Medellín.
 - Señales de vehículos homologadas con las actuales señales de vehículos utilizadas por el Metro de Medellín.
 - Señales en plataforma y en otros puntos de parada homologadas con las actuales señales de plataforma utilizadas por el Metro de Medellín.
 - El sistema de señalización viaria debe contar con un sistema de control central, el cual tiene la función de supervisar, controlar, regular y gestionar el tráfico de todo el corredor del Proyecto, a través de los controladores locales. Este sistema será el encargado de regular los tiempos asignados a los cruces semafóricos, en donde se interactúa con la operación del Proyecto. Mediante dicho sistema se consigue que se coordinen los movimientos del tráfico vehicular y peatonal, con prioridad para el paso seguro de los trenes en cada uno de los respectivos cruces.

- El estado de las intercesiones viales debe ser controlado y supervisado desde el Puesto de Control Central “PCC” y en el Centro de Control de Tránsito de la ciudad, incluyendo las señales de video de dichos cruces.
- La señalización viaria debe considerar todas las intersecciones viales del tráfico vehicular y los cruces peatonal sobre el corredor, así como los cruces peatonales controlados por semáforos en todas las estaciones, a ambos lados del andén.
- El sistema de señalización instalado a lo largo de la vía del Proyecto debe permitir realizar la coordinación y sincronización automática de forma unificada y segura, de todos los aspectos de las señales que se encuentran en cada intersección para los dos tráficos cruzados: tanto para la señalización viaria, como para la señalización ferroviaria.
- La supervisión y control de la operación que se realiza desde el Puesto Central de Control (PCC), debe poderse realizar de forma remota desde un puesto de trabajo alternativo, ya sea desde el cuarto de control de la operación del Patio-Taller o desde otra instalación del Metro de Medellín dispuesta para ello, como respaldo ante eventualidades que no permitan que la supervisión se pueda realizar desde el PCC.
- Debe considerarse que la supervisión y control de la operación que se realiza desde el Puesto Central de Control (PCC), debe poderse realizar de forma remota desde un puesto de trabajo alternativo, ya sea desde el cuarto de control de la operación del Patio-Taller o desde otra instalación del Metro de Medellín dispuesta para ello, como respaldo ante eventualidades que no permitan que la supervisión se pueda realizar desde el PCC.
- Previo al inicio de la operación comercial, una vez se han probado y puesto en servicio todos los sistemas y equipos requeridos para la operación, El contratista debe realiza una operación sin usuarios en modo normal y degradado denominada Marcha Blanca, con una duración aproximadamente de un mes con la finalidad verificar la validez e integridad de todos los procedimientos de operación relacionados con los diferentes componentes técnicos del proyecto, demostrando la capacidad operativa en condiciones normales y degradadas, así como su recuperación ante una incidencia técnica, operativa o de seguridad, siguiendo los procedimientos operacionales y de reparación de las fallas definidos por el CONTRATISTA.

3.11 Sistemas telemáticos

El Contratista tiene la obligación de diseñar e implementar los sistemas telemáticos del Proyecto; los cuales incluirán: alarmas, circuito cerrado de televisión (CCTV), megafonía, recaudo, control de acceso, red de datos, equipos embarcados en los vehículos del Proyecto, sistema de gestión de energía (SGE), sistema de gestión de tráfico (SGT), centro de control de infraestructura (CCIF), sistema de información al viajero (SIV), sistema de radiocomunicaciones, telefonía e interfonía. Las actividades relacionadas con los sistemas telemáticos descritos en este numeral serán ejecutadas por parte del Contratista como ampliación de cada uno los sistemas existentes en la operación del Metro. Sin perjuicio de lo especificado en los Apéndices Técnicos, los sistemas telemáticos del Proyecto cumplirán con la configuración descrita a continuación:

- Apéndice Técnico 14.Alarmas
- Apéndice Técnico 15.CCTV

- Apéndice Técnico 16.CCIF
- Apéndice Técnico 17.Control de acceso
- Apéndice Técnico 18.Megafonía
- Apéndice Técnico 19.Recaudo
- Apéndice Técnico 20.Red de datos MAN-LAN
- Apéndice Técnico 21.Equipos embarcados
- Apéndice Técnico 22.SGE Sistema de Gestión de Energía
- Apéndice Técnico 23.SGT Sistema de Gestión de Tráfico (SGT)
- Apéndice Técnico 23.SGT Sistema de Gestión de Tráfico (SGT)
- Apéndice Técnico 24.SIV Sistema de información al viajero (SIV)
- Apéndice Técnico 25.Comunicaciones TETRA
- Apéndice Técnico 26.Telefonía e interfonía

(a) Alarmas

La ampliación del sistema de Alarmas a cargo del Contratista permitirá el apoyo a los procesos de vigilancia y seguridad de la Empresa; los cuales se encuentran centralizados en el Puesto Central de Control (PCC) donde está ubicado la central de monitoreo y desde allí se reportarán todos los eventos generados en los equipos en campo del sistema de Alarmas para el Proyecto.

El sistema de Alarmas para el Proyecto estará conformado en campo (estaciones, paradas, subestaciones de energía, Patio-taller, etc.) por una serie de equipos y dispositivos que se encargarán de enviar todos los eventos generados en las diferentes instalaciones a la central de monitoreo SURGARD ubicada en PCC, los eventos deberán ser procesados y enviados a la aplicación de monitoreo. El alcance de la ampliación del sistema de Alarmas está descrito en el Apéndice técnico AT14, e incluye entre otros:

- Los estudios y diseños para la ampliación del sistema.
- Garantizar la total compatibilidad e integración con el vigente sistema de alarmas de La Empresa y con sus servicios, la red LAN, el protocolo IP, el servidor de aplicación y demás infraestructura del Sistema.
- Actualizar el servidor (hardware y software) y la plataforma de gestión a la última versión liberada por el fabricante para garantizar la operatividad del sistema ampliado y del existente.
- Actualizar la receptora SURGARD SYSTEM III (DSC), tarjetas de línea u otros accesorios que sean necesarios, así como el licenciamiento a las últimas versiones liberadas de los fabricantes.
- Actualizar el software de gestión DLS 2002 a la última versión disponible al momento de efectuar la ampliación del sistema garantizando la total funcionalidad del sistema existente y a implementar.
- Implementar el sistema de Alarmas en las instalaciones del Proyecto de acuerdo con lo establecido en el Apéndice AT14.

(b) CCTV

La ampliación del circuito cerrado de televisión (CCTV) a cargo del Contratista permitirá la visualización y detección de eventos y elementos en las diferentes instalaciones del Proyecto. El alcance de la ampliación del sistema CCTV para el Proyecto está descrito en el Apéndice Técnico 15, e incluye entre otros:

- Los estudios y diseños para la ampliación del sistema.
- Implementar los escenarios de video analítica con las cámaras del Corredor e integrar estas analíticas a la plataforma de gestión Milestone.
- Georeferenciar todas las cámaras implementadas en el Proyecto y desplegarlas sobre la plataforma del Centro Integrado de Seguridad y Emergencias de La Empresa.
- Garantizar la total compatibilidad e integración con el vigente sistema de CCTV de La Empresa y con sus servicios, la red CCTV, el protocolo IP, el servidor de aplicación y demás infraestructura del Sistema al momento de ejecutar la ampliación.
- Realizar integración del sistema CCTV a la plataforma del Centro Integrado de Seguridad y Emergencias (CISE) ubicado en el edificio de PCC para lo cual el Contratista deberá desarrollar e integrar el API o similar que permita la consulta y reenvío de las alarmas, estados y video en vivo generadas en el sistema de CCTV ampliado.
- Implementar las cámaras de seguridad requeridas en las instalaciones del Proyecto de acuerdo con lo establecido en el Apéndice AT15.
- Ampliación de hardware y software requerido en el PCC para garantizar la ampliación del sistema CCTV.

(c) CCIF

La ampliación del Centro de Control de Infraestructura (CCIF) a cargo del Contratista permitirá supervisión y control de los equipos de infraestructura, tales como ascensores, escaleras eléctricas, aires acondicionados, puertas de ingreso a estaciones y paradas que se ubicarán en las diferentes instalaciones del Proyecto. El alcance de la ampliación del sistema CCIF para el Proyecto está descrito en el Apéndice Técnico 16, e incluye entre otros:

- Estudios y Diseños para la ampliación del sistema.
- Suministrar e implementar un servidor que debe ser puesto en servicio como el respaldo en “hot standby” del existente. Para lo anterior se deberá suministrar e implementar el módulo del software el SCADA existente que hace dicha funcionalidad.
- Realizar la actualización o ampliación del servidor existente que permita que el nuevo servidor y el existente funcionen en “hot standby”; utilizando el módulo de software del SCADA que realiza dicha función.
- Suministrar e implementar los equipos de red y su cableado estructurado para implementar una red de datos LAN de área local en PCC para independizar el CCIF del Sistema de Gestión de Energía (SGE) existente.
- Implementar los equipos de hardware y software requeridos en las instalaciones del Proyecto para garantizar la ampliación del sistema CCIF.
- Suministrar e implementar los puestos para los operadores del sistema CCIF en el Puesto Central de Control.

(d) Control de acceso

La ampliación del sistema de control de acceso a cargo del Contratista permitirá el control e identificación del acceso a zonas específicas de las instalaciones del Proyecto. El alcance de la ampliación de este sistema está descrito en el Apéndice Técnico 17, e incluye entre otros:

- Los estudios y diseños para la ampliación del sistema.
- Garantizar la total compatibilidad e integración con el vigente sistema de control de acceso de La Empresa y con sus servicios, la red LAN, el protocolo IP, el servidor de aplicación y demás infraestructura del Sistema al momento de ejecutar la ampliación.
- Actualizar el servidor (hardware y software) y la plataforma de gestión a la última versión liberada por el fabricante para garantizar la operatividad del sistema ampliado y de lo ya existente.
- Actualizar la plataforma de gestión INISTEL-SIGAR a la última versión disponible.
- Compatible ciento por ciento (100%) con la tecnología Mifare, Mifare Plus, Mifare Plus X y NFC con salida Wiegand implementada en la tarjeta Cívica de La Empresa.
- Ampliaciones de hardware requeridas en los servidores de la Empresa que soportan la aplicación.
- Realizar integración del sistema de control de acceso con la plataforma del sistema VMS Milestone Xcorporate vigente en La Empresa.
- Implementar los equipos requeridas en las instalaciones del Proyecto de acuerdo con lo establecido en el Apéndice AT17.

(e) Megafonía

La ampliación del sistema de Megafonía cargo del Contratista permitirá emitir mensajes de audio desde los puestos de operación en el Puesto Central de Control a las estaciones, paradas, Patio-Taller o a grupos de estaciones y paradas. También será posible realizar la emisión de dichos mensajes en la propia estación o parada a través de los micrófonos murales o micrófonos en oficinas operativas. El alcance de la ampliación de este sistema para el Proyecto está descrito en el Apéndice Técnico 18, e incluye entre otros:

- Servidor de megafonía que cumpla la función de intermediario entre las pantallas HMI de los operadores del puesto central y los equipos de megafonía en las estaciones y paradas.
- Implementar dos puestos para los operadores de la nueva línea del Proyecto: incluye la instalación del software de Megafonía en dichos puestos, el micrófono y demás componentes de hardware para la emisión de mensajes de audio a viva voz desde dichos puestos.
- Implementar y agregar un controlador central IP CUE TWO para operación de las nuevas instalaciones en el Patio-Taller, las estaciones y paradas del Proyecto.
- Implementar los equipos requeridas en las instalaciones del Proyecto de acuerdo con lo establecido en el Apéndice Técnico 18.

(f) Recaudo

La ampliación del sistema Recaudo (pasillos y sus cerramientos) a cargo del Contratista permitirá la validación del acceso de usuarios a las estaciones y paradas del Proyecto. El alcance de la ampliación del sistema de Recaudo para el Proyecto está descrito en el Apéndice Técnico 19, e incluye entre otros:

- Suministro, instalación, configuración, cableado, pruebas, puesta en servicio de los equipos y elementos de recaudo (pasillos, cerramientos,) su programación, accesorios, componentes y materiales, necesarios para la puesta en servicio en todas las ubicaciones requeridas.

- Conexión de cada una de las instalaciones mencionadas a las redes de datos CIVICA (incluyendo patch cord) en donde se vayan a implementar.
- Pruebas de funcionalidad de los pasillos con los validadores que instalará la Empresa.

(g) Red de datos MAN-LAN

La ampliación de la Red de datos MAN y LAN a cargo del Contratista permitirá los servicios de conectividad en las diferentes instalaciones del Proyecto. El alcance de la ampliación de la Red de datos MAN y LAN para el Proyecto está descrito en el Apéndice técnico AT20, e incluye entre otros:

- Ampliación de la red de MAN incluida la fibra óptica y cableado estructurado para garantizar la conectividad de subestaciones, sistemas de señalización, estaciones, paradas, talleres y los diferentes servicios (señalización viaria y ferroviaria, alarmas, control de acceso, CCTV, recaudo, megafonía, SGE, CCIF, telefonía, interfonía, SIV) con el Puesto Central de Control.
- Ampliación de las redes LAN incluida la fibra óptica y cableado estructurado para garantizar la conectividad de subestaciones, sistemas de señalización, estaciones, paradas, talleres y los diferentes servicios (señalización viaria y ferroviaria, alarmas, control de acceso, CCTV, recaudo, megafonía, SGE, CCIF, telefonía, interfonía, SIV) con el Puesto Central de Control.
- Red de conectividad de hardware y materiales a nivel de protecciones entre las subestaciones de energía del Proyecto y de las subestaciones que se integran del sistema Metro existente.
- Red de conectividad redundante de hardware, materiales para los sistemas de señalización del Proyecto.
- Suministro e instalación de los suiches requeridos en las instalaciones del Proyecto de acuerdo con lo establecido en el Apéndice Técnico 20.

(h) Equipos Embarcados

El alcance de los equipos embarcados en los vehículos ferroviarios de pasajeros que deberá diseñar e implementar el Contratista está descrito en el Apéndice Técnico 21, e incluye entre otros:

(i) Equipos Embarcados de Sistemas Telemáticos

Estudios y diseños e implementación de los sistemas embarcados de CCTV, radio Tetra, megafonía, sistema de información al viajero, sistema de gestión de tráfico (SGT), red WIFI, comunicación móvil y red de datos al interior de cada uno de los vehículos ferroviario del Proyecto y su intercambio de información con cada uno de los subsistemas centrales en el Puesto Central de Control.

(ii) Equipos Embarcados de Señalización Ferroviaria

Estudios y diseños e implementación de los equipos a bordo de señalización ferroviaria de acuerdo con los requerimientos técnicos siguientes y demás establecidos en el Apéndice Técnico 21:

- Sistema embarcado para el control de velocidad automático del tren “FAP”, con todos sus componentes y en toda la flota de los vehículos de pasajeros del Proyecto. El sistema de

Protección Automática de Trenes llamado “FAP”, será un sistema de transmisión digital puntual unidireccional (vía - tren).

- El sistema deberá asegurar los movimientos de los trenes en tramos de línea con la velocidad de diseño comercial y aplicando los diferentes perfiles de velocidad con las limitaciones de velocidad en zonas de cambiavías, en las limitaciones definidas por las obras civiles como curvas y a la entrada de las paradas o estaciones y el Patio-Taller. Igualmente deberá evitar que los trenes crucen una señal restrictiva (protección de señal de paso en peligro).
- En cada zona de agujas, en las curvas, al ingreso de las estaciones y al final del trazado de la estación Aguacatala, se deberá instalar un sistema de seguridad en la vía, que le indicará al sistema embarcado, el estado de la señal y velocidad recomendada de paso. En caso de no respetar la indicación de la señal, el sistema embarcado, procederá a la detención del tren.
- Las informaciones correspondientes a las condiciones de la señalización y de la vía (puntos de riesgo, consignas de velocidad, estado de señales, etc.) deberán ser transferidas al tren mediante balizas puntuales situadas en la vía. La unidad de proceso embarcada recibirá la información mediante la antena situada bajo el tren.

(i) SGE - Sistema de Gestión de Energía

La ampliación del Sistema de Gestión de Energía (SGE) a cargo del Contratista permitirá la supervisión y control de equipos eléctricos en las diferentes instalaciones del Proyecto. El alcance de la ampliación del Sistema de Gestión de Energía (SGE) para el Proyecto está descrito en el Apéndice Técnico 22, e incluye entre otros:

- Realizar la supervisión y control de las subestaciones, paradas y estaciones y Patio-Taller.
- Realizar la supervisión de la subestación de alimentación.
- Realizar la gestión, a través del SGE ampliado, de los denominados armarios feeder (AF) situados a lo largo de la línea.
- Realizar la gestión, a través del SGE ampliado, de los Armarios de Interruptores de Alimentación Telemandada (IAT), los cuales estarán situados a lo largo de la línea y permitirán aislar o conectar diferentes subsecciones eléctricas de 750 Vcc.
- Realizar la gestión a través del SGE ampliado, de los diferentes armarios de socorro y gabinetes de energía (SCEL, SCML, SCT) en las nuevas instalaciones del Patio-Taller del proyecto.
- Realizar la supervisión y control de los equipos de catenaria ubicados a lo largo del trazado.
- Realizar supervisión y control para los equipos que se ubicarán en las subestaciones existentes de las líneas A y B del sistema Metro; que se integrarán con las nuevas subestaciones del Proyecto.
- Suministro e implementación de la actualización (instalación, programación y puesta en servicio) de hardware (servidores, tarjeta de comunicaciones en el servidor, etc.) y software (sistema operativo, WinCC, etc.) en PCC (sistema central), para la ampliación del sistema de gestión de energía incluyendo la actualización del software en los puestos de operador técnico del tercer piso de PCC.

- Suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio de los PLC en cada uno de los armarios, interruptores, seccionadores, equipos de rectificación y de corriente continua de cada una de las subestaciones.
- Módulo (software funcional abierto) de mensajería JMS o interfaz universal para interconexión con otros sistemas y/o sistemas futuros para lo cual se deberán incluir el hardware y software necesario, así como también toda la documentación necesaria.

(j) SGT -Sistema de Gestión de Tráfico de Trenes

La ampliación del Sistema de Gestión de Tráfico (SGT) a cargo del Contratista permitirá la supervisión y control de los vehículos de pasajeros en las diferentes instalaciones del Proyecto. El alcance de la ampliación del Sistema de Gestión de Tráfico (SGT) para el Proyecto está descrito en el Apéndice Técnico 23.SGT Sistema de Gestión de Tráfico (SGT) e incluye entre otros:

- Vista ferroviaria en donde se pueda observar los vehículos ferroviarios, los elementos de vía (cambias, señales, detectores de vía como los son los contadores de ejes y otros que se implementen) y vista cartográfica en el sistema existente en la Empresa.
- Interfaz con el sistema de cartografía existente en la Empresa; a través del cual se debe tener una vista cartográfica de los vehículos en la vía.
- Suministro e instalación de Servidores para el SGT.
- Envío a los vehículos ferroviarios de los mensajes de adelanto o atraso en los puntos de control al conductor del vehículo sobre el servicio que se está prestando para lo cual se deberá implementar un equipo embarcado en el vehículo ferroviario.
- Equipo embarcado con una unidad lógica y monitor en la cual el conductor pueda visualizar los servicios y las horas de paso por los puntos de control.
- Medio de comunicación inalámbrico entre el vehículo ferroviario y tierra para enviar la información.
- Integración entre sistema de gestión de tráfico de los vehículos y el Sistema de información al viajero (SIV).

(k) Sistema de información al viajero (SIV)

La ampliación del Sistema de información al Viajero (SIV) a cargo del Contratista permitirá la gestión de la información al usuario a través de monitores y pantallas en las diferentes instalaciones del Proyecto. El alcance de la ampliación del Sistema de información al Viajero (SIV) para el Proyecto está descrito en el Apéndice Técnico 24, e incluye entre otros:

- Actualizar los softwares de Deneva en los servidores existentes.
- Envío desde los puestos de los operadores en el Puesto Central de Control de información de manera automática y manual a cada uno de los monitores de las estaciones, paradas y vehículos ferroviarios del Proyecto.
- Integración con el software de gestión de tráfico de trenes.
- Implementar los equipos requeridas en las instalaciones del Proyecto de acuerdo con lo establecido en el Apéndice AT24.

(l) Sistema de Radio Comunicaciones TETRA

La ampliación del Sistema de Comunicaciones TETRA a cargo del Contratista permitirá la comunicación operativa y técnica a través de radios portátiles, radios en los puestos de los operarios en el Puesto Central de Control (PCC) y radios en los vehículos ferroviarios. El alcance de la ampliación del Sistema de Comunicaciones TETRA para el Proyecto está descrito en el Apéndice Técnico 25, incluye entre otros:

- Sitio de repetición con repetidoras; incluidas antenas, combinadores, etc.
- Radio enlace redundante del sitio de repetición con el sistema Tetra central en PCC.
- Consolas de despacho de radio (incluye hardware, software, licencias) Tetra en PCC y el Patio-Taller.
- Radios portátiles.
- Radios móviles.
- Licencias de software.
- Suministro de Hardware requerido para la implementación del sistema.
- Conexión de cada una de las instalaciones mencionadas en este numeral a las redes de datos MAN y LAN.

(m) Telefonía e Interfonía

La ampliación del sistema de telefonía e interfonía a cargo del Contratista permitirá las comunicaciones de voz y servicios complementarios de comunicaciones de video en las diferentes instalaciones del Proyecto. El alcance de la ampliación del sistema de telefonía e interfonía para el Proyecto está descrito en el Apéndice Técnico 26, e incluye entre otros:

- Suministro, instalación, configuración y pruebas de teléfonos con el respectivo licenciamiento, cableado (Patch Cord), alimentación y demás componentes que sean necesarios para el funcionamiento del sistema de telefonía.
- Suministro, instalación y configuración de Interfonos con el respectivo licenciamiento, cableado (Patch Cord), alimentación y demás componentes que sean necesarios funcionamiento del sistema de interfonía.
- Implementar los equipos requeridos en las instalaciones del Proyecto de acuerdo con lo establecido en el Apéndice Técnico 26.

3.12 Señalización Viaria y Ferroviaria

La señalización viaria y ferroviaria a cargo del Contratista permitirá garantizar el control, la supervisión, la regulación de tráfico y la gestión de la línea férrea del Proyecto, de manera tal que converjan de manera ordenada y segura los dos tipos de tráfico, vehicular y ferroviario. El alcance de la Señalización viaria y ferroviaria para el Proyecto está descrito en el Apéndice Técnico 27, e incluye entre otros:

- Realizar los Estudios y Diseños del sistema de señalización viaria y ferroviaria del Proyecto y sus interfaces, tales como: velocidades en puntos de control y de operación, parámetros de vía, energía, enclavamientos, controladores viales, obra civil, redes, cantidades y distribución de elementos de vía, interfaz con la señalización embarcada, con el sistema de gestión de tráfico (SGT), entre otros.
- Suministro de enclavamientos electrónicos, elementos de campo como accionamientos de cambiavías, señales, postes, secciones de vía, balizas, contadores de ejes, cableado, así como todos los componentes necesarios para poner en funcionamiento y operación el sistema de señalización del Proyecto.
- Integración entre los dos tipos de señalización viario y ferroviario con todas sus interfaces, componentes y sistemas.
- Redes de comunicación exclusiva para los sistemas de señalización ferroviaria y viaria en todo el Proyecto, incluyendo, pero sin limitarse al Puesto Central de Control (PCC) existente para el sistema Metro.
- Suministro e implementación de un puesto para el control central; con todos sus sistemas de hardware, software para el control y supervisión de los sistemas de señalización viaria y ferroviario del Proyecto; el cual deberá estar ubicado tanto en el Puesto Central de Control (PCC) existente para el sistema Metro como en el edificio correspondiente en la Secretaría de Movilidad.
- Suministro e implementación de los puestos locales de control con todos sus sistemas de hardware, software para el control y supervisión de los sistemas de señalización viaria y ferroviario. Estos deben incluir los mandos para el modo degradado de la Operación Comercial.