Contrato de Concesión No.

Apéndice Técnico 11

Sistemas de telecomunicaciones y comunicaciones operacionales





Gobernación de Cundinamarca

Con apoyo de:



Official Use Only

Tabla de contenido

Tabla de contenido 2

CAPÍTULO I – DISPOSICIONES GENERALES 4

SECCIÓN 1 – OBJETO 4

SECCIÓN 2 – DELIMITACIÓN ENTRE EL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES Y LAS DEMÁS DISCIPLINAS 5

SECCIÓN 3 – ALCANCE DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES 5

SECCIÓN 4 – OBLIGACIÓN DE RESULTADO 7

SECCIÓN 5 – SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA 7

SECCIÓN 6 – VIDA ÚTIL 8

SECCIÓN 7 – REDUNDANCIA Y EVOLUCIÓN 9

CAPÍTULO II – ARQUITECTURA GENERAL Y RED DE TRANSMISIÓN 10

SECCIÓN 8 – ARQUITECTURA GENERAL DEL SISTEMA 10

SECCIÓN 9 – RED DE TRANSMISIÓN TRONCAL (BACKBONE) 11

SECCIÓN 10 – CONDICIONES AMBIENTALES Y DE INSTALACIÓN 11

SECCIÓN 11 – GESTIÓN DE RED (NMS) Y SUPERVISIÓN 12

CAPÍTULO III – RADIOCOMUNICACIONES OPERACIONALES 13

SECCIÓN 12 – DEFINICIÓN Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE RADIO 13

SECCIÓN 13 – SERVICIOS DE VOZ 13

SECCIÓN 14 – SERVICIOS DE DATOS Y DESCARGA TREN–TIERRA 13

SECCIÓN 15 – COBERTURA Y MODOS DEGRADADOS 14

CAPÍTULO IV – TELEFONÍA E INTERFONÍA 15

SECCIÓN 16 – TELEFONÍA E INTERFONÍA IP 15

SECCIÓN 17 – PUNTOS DE AYUDA E INTERFONOS EN ESTACIÓN 15

SECCIÓN 18 – GRABACIÓN DE COMUNICACIONES E INTERFAZ CON REDES EXTERNAS 16

CAPÍTULO V – VIDEOVIGILANCIA (CCTV) 16

SECCIÓN 19 – FUNCIONES, COBERTURA Y REQUISITOS DEL SISTEMA CCTV 16

CAPÍTULO VI – REQUISITOS DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN A LOS PASAJEROS 19

SECCIÓN 20 – PRINCIPIOS GENERALES 19

SECCIÓN 21 – REQUISITOS PARA LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN AL PASAJERO FIJOS (INFORMACIÓN FIJA) 20

SECCIÓN 22 – REQUISITOS PARA LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN AL PASAJERO DINÁMICOS VISUALES _ 21

SECCIÓN 23 – REQUISITOS PARA LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN AL PASAJERO ACÚSTICOS _____ 23

CAPÍTULO VII – REQUISITOS DE DISEÑO DE OTROS SISTEMAS Y SEGURIDAD_____ 25

SECCIÓN 24 – REQUISITOS PARA LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN A DISTANCIA: PORTAL INTERNET Y PLATAFORMA TELEFÓNICA _____ 25

SECCIÓN 25 – REQUISITOS DEL SISTEMA TRONCAL DE TRANSMISIÓN Y LAS REDES DE SERVICIOS _____ 27

SECCIÓN 26 – REQUISITOS DEL SISTEMA DE CRONOMETRÍA Y SINCRONIZACIÓN HORARIA _____ 30

SECCIÓN 27 – REQUISITOS DE CONTROL DE ACCESOS, DETECCIÓN DE INTRUSIÓN Y ALARMAS TÉCNICAS _ 30

SECCIÓN 28 – REQUISITOS DEL SISTEMA Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO _____ 32

SECCIÓN 29 – REQUISITOS DE CIBERSEGURIDAD _____ 32

SECCIÓN 30 – PROTECCIÓN DE DATOS Y PRIVACIDAD _____ 34

CAPÍTULO VIII – EJECUCIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO _____ 34

SECCIÓN 31 – CONTROL DE MATERIALES Y COMPONENTES _____ 34

SECCIÓN 32 – PRUEBAS, ENSAYOS Y VALIDACIÓN _____ 35

SECCIÓN 33 – PUESTA EN SERVICIO _____ 35

CAPÍTULO IX – REQUISITOS EN FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO _____ 36

SECCIÓN 34 – OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO _____ 36

SECCIÓN 35 – GESTIÓN DE OBSOLESCENCIA Y EVOLUCIÓN _____ 36

CAPÍTULO X – GESTIÓN DE INTERFACES E INDICADORES _____ 37

SECCIÓN 36 – GESTIÓN DE INTERFACES_____ 37

CAPÍTULO I – DISPOSICIONES GENERALES

SECCIÓN 1 – OBJETO

1.1 El presente Apéndice establece las obligaciones y los requisitos técnicos, funcionales, operacionales y de desempeño aplicables al Sistema de Telecomunicaciones y Comunicaciones Operacionales del Proyecto, comprendiendo la red de transmisión troncal, las radiocomunicaciones operacionales, la telefonía e interfonía, la videovigilancia (CCTV), y el soporte de telecomunicaciones a la información al pasajero, la cronometría (sincronización horaria), el control de accesos y detección de intrusión, y la gestión de la red, durante su diseño, construcción, integración, pruebas, puesta en servicio, operación, mantenimiento, renovación y reposición a lo largo de toda la vigencia de la Concesión.

1.2 El Sistema de Telecomunicaciones deberá constituir la infraestructura de transporte de voz, datos, vídeo y señales que da soporte a la operación segura y eficiente del sistema ferroviario, garantizando la disponibilidad, la integridad y la confidencialidad de las comunicaciones requeridas por los demás subsistemas.

1.3 El sistema de Información al Usuario comprende: la información fija, la información dinámica visual, la información acústica y la información a distancia (portal de internet y plataforma telefónica), conforme a la descripción de los requisitos de diseño del presente Apéndice, así como el soporte de telecomunicaciones a la publicidad y a la explotación comercial de espacios en estaciones y trenes.

1.4 La explotación comercial y publicitaria de los espacios en estaciones y trenes forma parte del alcance de la Concesión y constituye un derecho de explotación del Concesionario.

1.5 Las funciones de información al usuario y de publicidad reguladas en el presente Apéndice se limitan al soporte de telecomunicaciones necesario para su prestación y sus interfaces se gestionarán conforme los requisitos en Fase de Operación y Mantenimiento y al Apéndice Técnico 18.

1.6 El presente Apéndice establece requisitos mínimos. El Concesionario será responsable de desarrollar todos los elementos, sistemas y soluciones técnicas necesarias para alcanzar los resultados exigidos por el Contrato, aun cuando no se encuentren expresamente descritos en el presente Apéndice.

SECCIÓN 2 – DELIMITACIÓN ENTRE EL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES Y LAS DEMÁS DISCIPLINAS

2.1 El Sistema de Telecomunicaciones y Comunicaciones Operacionales a cargo del concesionario comprende como mínimo, los siguientes sistemas:

a) la red de transmisión troncal y de distribución (backbone de fibra óptica y redes asociadas);
b) el sistema de radiocomunicaciones operacionales (voz y datos), incluido el equipamiento embarcado;
c) el sistema de telefonía e interfonía, incluidos los puntos de ayuda al usuario;
d) el sistema de videovigilancia (CCTV) fijo y embarcado, y su sistema de grabación;
e) el sistema de megafonía (sonorización) en estación y a bordo, y el soporte de telecomunicaciones a la información dinámica al pasajero;
f) el sistema de cronometría (distribución y sincronización horaria);
g) el sistema de detección de intrusión, y la transmisión de alarmas técnicas;
h) el sistema de gestión de la red de telecomunicaciones (NMS) y sus interfaces con el CCO;
i) todos los elementos auxiliares necesarios para garantizar el desempeño integral del sistema.

2.2 La existencia de interfaces entre disciplinas no fragmentará la responsabilidad del Concesionario respecto del cumplimiento de los resultados operacionales, funcionales, de seguridad y de desempeño establecidos en el Contrato.

SECCIÓN 3 – ALCANCE DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

3.1 El Sistema objeto del presente Apéndice comprenderá, como mínimo, los componentes y resultados indicados en la Tabla 1.

Tabla 1. Alcance mínimo del Sistema de Telecomunicaciones y Comunicaciones Operacionales

Componente / Subsistema	**Alcance mínimo**
Red de transmisión troncal	Backbone redundante de fibra óptica cubriendo el 100% del corredor, estaciones, patios-talleres y CCO
Radiocomunicaciones operacionales	Cobertura del 100% de la línea y de zonas descubiertas; ≥ 95% en recintos cubiertos

Componente / Subsistema	Alcance mínimo
Telefonía e interfonía	Estaciones (17), patios-talleres (2), subestaciones, CCO principal y de respaldo, y puntos de ayuda al usuario
Videovigilancia (CCTV)	Estaciones, andenes, accesos, patios-talleres, puntos sensibles de vía y CCTV embarcado
Megafonía (sonorización)	Estaciones y a bordo de la totalidad de la flota
Soporte a la información al pasajero	Equipos de anuncio visual y su transmisión, integrados con el ATS
Cronometría	Sincronización horaria de todos los sistemas, con precisión del orden del segundo
Control de accesos y detección de intrusión	Edificios, salas técnicas, subestaciones y zonas restringidas
Gestión de red (NMS)	Supervisión integral de la red de telecomunicaciones desde el CCO
Ciberseguridad	Conforme a IEC/TS 50701 e IEC 62443

3.2 Los valores de la Tabla 1 constituyen requisitos mínimos obligatorios y no limitan la obligación del Concesionario de desarrollar elementos o funciones adicionales necesarios para cumplir los requisitos de capacidad, disponibilidad, seguridad o desempeño del Contrato.

3.3 El Concesionario será responsable del diseño, suministro, instalación, integración, pruebas, puesta en servicio, operación y mantenimiento de la totalidad del sistema, así como de la obtención de las autorizaciones, permisos de uso del espectro y licencias aplicables.

3.4 Todos los sistemas deberán diseñarse bajo principios de ausencia de puntos únicos de falla (SPOF), redundancia y recuperación automática, interoperabilidad entre subsistemas, y escalabilidad tecnológica.

3.5 Los niveles de redundancia, disponibilidad y resiliencia se establecerán de forma diferenciada según la criticidad de cada servicio soportado por el Sistema de Telecomunicaciones, conforme a la clasificación de servicios críticos y a los lineamientos del Capítulo de RAMS del Apéndice Técnico 1.

3.6 Como mínimo, constituyen los servicios soportados por el Sistema de Telecomunicaciones:

a) operación de trenes;
b) atención al público y gestión de flujos de tránsito y personas; y
c) control del pago de los usuarios.

3.7 El presente Apéndice define los equipos, sistemas y funciones mínimas necesarias para alcanzar los resultados exigidos; la definición de los elementos adicionales requeridos para su cumplimiento será responsabilidad del Concesionario.

SECCIÓN 4 – OBLIGACIÓN DE RESULTADO

4.1 Las obligaciones del presente Apéndice constituyen obligaciones de resultados respecto de los sistemas listados anteriormente. El concesionario deberá entregar los sistemas a) a i) del numeral 2.1 integrados entre sí y plenamente funcionales, para dar soporte a la operación en las condiciones definidas expresamente en el contrato.

4.2 Corresponderá al Concesionario desarrollar, bajo su exclusiva cuenta y riesgo, las soluciones de ingeniería necesarias para garantizar el cumplimiento de los requisitos funcionales, operacionales, estructurales, ambientales, de seguridad, disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad, resiliencia y vida útil establecidos en el Contrato

4.3 Salvo cuando el Contrato establezca expresamente una solución obligatoria, el Concesionario tendrá libertad para definir las soluciones técnicas específicas a implementar.

4.4 La libertad de diseño no limitará ni reducirá la responsabilidad integral del Concesionario respecto del cumplimiento de los resultados exigidos por el Contrato.

4.5 El cumplimiento de requisitos específicos establecidos en el presente Apéndice no eximirá al Concesionario de su responsabilidad de garantizar el desempeño global del sistema.

SECCIÓN 5 – SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA

5.1 El Concesionario podrá proponer las tecnologías de transmisión y de radiocomunicaciones que estime más adecuadas, siempre que garanticen las funciones, la cobertura, la disponibilidad y la seguridad exigidas.

5.2 Toda propuesta deberá sustentarse en estudios verificables y someterse al procedimiento de gestión documental y normativo aplicable.

5.3 En ningún caso una propuesta podrá reducir la cobertura, la disponibilidad ni los niveles de seguridad por debajo de los valores mínimos objetivos y medibles establecidos.

5.4 El Concesionario será responsable de solicitar, obtener, gestionar y mantener, a su costo, todos los permisos, licencias y autorizaciones aplicables a la tecnología de

radiocomunicaciones seleccionada (por ejemplo, una red TETRA u otra red privada), incluidos los permisos de uso del espectro radioeléctrico ante las autoridades competentes.

5.5 Cuando corresponda, dichos permisos se tramitarán conforme al Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (CNABF) y a los procedimientos del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), incluida la inscripción en el Registro Único de TIC (RUTIC) y la gestión a través del Sistema de Gestión del Espectro (SGE), o cualquier otra directriz aplicable.

SECCIÓN 6 – VIDA ÚTIL

6.1 El Sistema de Telecomunicaciones y sus componentes deberán diseñarse para alcanzar, como mínimo, la vida útil indicada en la Tabla 2, sin perjuicio de la obligación del Concesionario de mantener, actualizar, renovar y reponer los activos durante toda la vigencia de la Concesión.

Tabla 2. Vida útil mínima por componente

Componente	**Vida útil mínima de referencia**
Infraestructura de cableado de fibra óptica y canalizaciones	25 años
Equipos activos de transmisión (conmutación/enrutamiento)	10 años, con gestión de obsolescencia
Equipos de radiocomunicaciones (red e infraestructura)	12 años, con gestión de obsolescencia
Equipos embarcados de telecomunicaciones (radio, CCTV, megafonía)	Alineado con el Material Rodante
Cámaras y equipos de CCTV	8 años, con gestión de obsolescencia
Equipos de telefonía/interfonía, megafonía y cronometría	10 años, con gestión de obsolescencia

6.2 El Concesionario deberá diseñar, implementar y mantener los sistemas de telecomunicaciones considerando una vida útil compatible con la duración de la Concesión, así como con las mejores prácticas internacionales aplicables a sistemas tecnológicos ferroviarios.

6.3 Dada la naturaleza tecnológica de los sistemas de telecomunicaciones, el Concesionario reconoce que los distintos componentes estarán sujetos a ciclos de obsolescencia técnica más cortos que los de la infraestructura civil, por lo que deberá prever su renovación, actualización o sustitución durante la vigencia del Contrato.

6.4 A tal efecto, el Concesionario deberá:

a) Definir la vida útil de cada componente o subsistema (equipos activos, pasivos, software y plataformas)
b) Establecer planes de renovación tecnológica y reposición de activos
c) Garantizar la disponibilidad de repuestos, soporte técnico y mantenimiento durante toda la vida útil
d) Prever la evolución tecnológica de los sistemas sin afectar la continuidad del servicio

6.5 Para los sistemas de software y plataformas, se requerirá la actualización continua de estos durante toda la concesión.

6.6 El Concesionario deberá asegurar que cualquier proceso de renovación o actualización tecnológica no reduzca los niveles de servicio exigidos ni afecte la interoperabilidad de los sistemas.

6.7 La sustitución, actualización o renovación de equipos y sistemas será responsabilidad exclusiva del Concesionario y se considerará incluida dentro de sus obligaciones contractuales, sin que genere compensaciones adicionales.

6.8 El Concesionario deberá gestionar activamente la obsolescencia tecnológica, evitando situaciones de fin de soporte (End of Life / End of Support) que puedan comprometer la continuidad, seguridad o mantenibilidad del sistema

6.9 Cuando la vida útil remanente de un componente o subsistema sea inferior a cinco (5) años a la fecha prevista de reversión, el Concesionario deberá reponerlo o renovarlo antes de dicha reversión, de modo que los activos se entreguen en condiciones de continuar prestando el servicio conforme a los requisitos del Contrato, sin perjuicio de las condiciones específicas establecidas en el Apéndice Técnico 26.

SECCIÓN 7 – REDUNDANCIA Y EVOLUCIÓN

7.1 La red de transmisión deberá concebirse con topología redundante N-1 y con caminos diversos, de modo que la pérdida de un enlace o de un nodo no interrumpa los servicios clasificados críticos (criterio de tolerancia a fallo simple).

7.2 El sistema deberá prever modos degradados que garanticen, en la medida de lo posible, la continuidad de las comunicaciones esenciales (en particular, las de seguridad y emergencia) ante la indisponibilidad parcial de la red o del CCO.

7.3 El Concesionario deberá disponer de procedimientos documentados de recuperación ante desastre que permitan restablecer los servicios críticos en caso de pérdida parcial o total de un emplazamiento técnico o del CCO principal.

7.4 El diseño deberá incorporar reservas de capacidad, de espacio, de ductos y de cableado, y un dimensionamiento inicial compatible con la evolución del Proyecto y del servicio durante toda la Concesión, sin requerir un nuevo diseño ni un aumento significativo de la diversidad de equipos, sino únicamente ampliaciones de capacidad.

7.5 El sistema deberá ser robusto frente a las condiciones ambientales del corredor y frente a las perturbaciones electromagnéticas de la tracción en corriente continua, conforme las disposiciones de arquitectura general y red de transmisión del presente Apéndice y al Apéndice Técnico 9.

CAPÍTULO II – ARQUITECTURA GENERAL Y RED DE TRANSMISIÓN

SECCIÓN 8 – ARQUITECTURA GENERAL DEL SISTEMA

8.1 El Sistema de Telecomunicaciones deberá estructurarse en una red de transmisión común que dé soporte al conjunto de los subsistemas operacionales (radio, telefonía/interfonía, CCTV, megafonía, información al pasajero, cronometría, control de accesos), garantizando la segregación lógica de los servicios y la priorización de los servicios críticos.

8.2 La arquitectura deberá organizarse, como mínimo, en una red troncal (backbone) a lo largo del corredor, redes de distribución en estaciones, patios-talleres, subestaciones y CCO, y redes de acceso para los equipos terminales, garantizando la interconexión de todos los emplazamientos del Proyecto.

8.3 El Concesionario deberá presentar la arquitectura funcional y física del sistema, los esquemas de red y de redundancia, y el plan de direccionamiento y de gestión de servicios, que se someterán a No Objeción por parte de la Interventoría.

8.4 La arquitectura deberá prever un Puesto de Mando Centralizado (PMC) y un Centro de Control Operacional (CCO) redundantes, con un emplazamiento principal y otro de respaldo, de modo que la pérdida del emplazamiento principal no interrumpa la supervisión ni el control de los servicios críticos, en coherencia con los procedimientos de recuperación ante desastre de la Sección de resiliencia y redundancia del presente Apéndice.

SECCIÓN 9 – RED DE TRANSMISIÓN TRONCAL (BACKBONE)

9.1 La red de transmisión troncal deberá desplegarse sobre fibra óptica a lo largo de la totalidad del corredor, interconectando estaciones, patios-talleres, subestaciones, locales técnicos y CCO, con topología redundante y caminos físicamente diversos.

9.2 La red se diseñará con redundancia y diversidad física suficientes para evitar puntos únicos de falla (SPOF), procurando rutas físicamente segregadas de las redes principal y de respaldo, en la medida en que sea técnica y constructivamente viable, de modo que no compartan el mismo banco de ductos, cámaras, bandejas, pasos, salas técnicas ni equipos comunes.

9.3 La red deberá proporcionar capacidad y reserva suficientes para transportar la totalidad de los servicios del Proyecto en condiciones nominales y de máxima demanda, incluyendo el tráfico de CCTV, garantizando la optimización del ancho de banda y la calidad de servicio (QoS) requerida por cada subsistema.

9.4 El cableado de fibra óptica deberá ser subterráneo o debidamente protegido a lo largo del corredor, con un acceso disuasivo frente a terceros no autorizados, y deberá considerar la interfaz con el montaje de vía y la reposición de interferencias de redes, en coordinación con los Apéndices Técnicos correspondientes.

9.5 El Concesionario deberá prever una infraestructura de canalización (ductos, cámaras, bandejas) con reserva de capacidad para futuras ampliaciones, conforme a la Sección 7.

SECCIÓN 10 – CONDICIONES AMBIENTALES Y DE INSTALACIÓN

10.1 Los equipos de telecomunicaciones deberán diseñarse para instalarse y funcionar en las condiciones ambientales del corredor, considerando la altitud de operación del orden de 2.650 m s. n. m., el rango de temperatura, la humedad y la niebla propios de la Sabana de Bogotá, así como las condiciones de descargas atmosféricas de la región para el diseño de los sistemas de protección contra rayos y sobretensiones.

10.2 Los equipos y armarios exteriores deberán contar con un grado de protección (IP) adecuado a su ubicación y con las protecciones necesarias frente a descargas atmosféricas, perturbaciones eléctricas y manipulación no autorizada.

10.3 Las salas técnicas de telecomunicaciones deberán contar con las condiciones de alimentación eléctrica socorrida, climatización, detección de incendio y control de accesos necesarias para garantizar la disponibilidad de los equipos.

SECCIÓN 11 – GESTIÓN DE RED (NMS) Y SUPERVISIÓN

11.1 El Concesionario deberá implementar un sistema de gestión de red (NMS) que permita la supervisión, configuración, monitorización del desempeño y gestión de fallos de la totalidad de los equipos y servicios de telecomunicaciones, en tiempo real y en tiempo diferido.

11.2 El NMS deberá integrarse con el CCO, presentar las alarmas y el estado de los equipos, y permitir el registro histórico y la generación de estadísticas de disponibilidad y desempeño, con control de acceso por perfiles y trazabilidad.

11.3 El sistema deberá permitir el diagnóstico remoto y la localización de averías para facilitar la rápida restitución del servicio, conforme a los objetivos RAMS.

11.4 La pérdida de un servidor o componente individual del sistema NMS no deberá impedir la supervisión ni el registro histórico de los servicios críticos

CAPÍTULO III – RADIOCOMUNICACIONES OPERACIONALES

SECCIÓN 12 – DEFINICIÓN Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE RADIO

12.1 El sistema de radiocomunicaciones deberá dar soporte a las comunicaciones de voz entre el CCO y los conductores, así como a las comunicaciones del personal de mantenimiento en línea, los agentes de seguridad y control y el personal de los patios-talleres.

12.2 El sistema deberá contemplar, como mínimo, dos capacidades de radiocomunicación: una para la transmisión de voz y de datos ligeros en tiempo real a lo largo de la totalidad del corredor entre los trenes y el CCO; y otra para la transmisión de datos pesados desde y hacia las unidades móviles, en particular en los patios-talleres.

12.3 El equipamiento embarcado de radio deberá integrarse en el Material Rodante conforme al Apéndice Técnico 15, garantizando la compatibilidad funcional y la cobertura requerida.

SECCIÓN 13 – SERVICIOS DE VOZ

13.1 El sistema de radio deberá permitir, como mínimo, los siguientes servicios de voz: establecimiento de grupos de conversación; llamadas individuales; llamadas de grupo; llamadas prioritarias; y llamadas de emergencia, las cuales deberán disponer de la máxima prioridad dentro del sistema y contar con mecanismos que garanticen su establecimiento aun en condiciones de congestión de la red.

13.2 El sistema deberá permitir la integración con el sistema de telefonía/interfonía, de modo que sea posible realizar llamadas telefónicas desde los terminales de radio, e incorporar funcionalidades de identificación del llamante, establecimiento de prioridades en las colas de llamada y gestión de llamadas entrantes y salientes.

13.3 Las comunicaciones de voz relacionadas con el CCO deberán quedar registradas conforme a la Sección de grabaciones de comunicaciones del presente Apéndice.

SECCIÓN 14 – SERVICIOS DE DATOS Y DESCARGA TREN–TIERRA

14.1 El sistema deberá permitir el intercambio bidireccional de mensajes de estado entre los terminales radio y el CCO, incluyendo, como mínimo, estados operacionales tales como

disponible, ocupado, fuera de servicio, en desplazamiento, en mantenimiento o cualquier otro estado definido por el Concesionario para la gestión de la operación.

14.2 El sistema de datos pesados deberá permitir las comunicaciones tren–tierra con el equipamiento embarcado cuando los trenes entren en la zona de patios-talleres, incluyendo, como mínimo: la precarga en las unidades móviles del plan de operación y de los mensajes tipo de teleindicadores y megafonía; y la descarga desde las unidades móviles de las imágenes del CCTV embarcado y del histórico de alarmas del material.

14.3 El sistema deberá soportar el intercambio de información con los sistemas de CCTV, información al pasajero, megafonía, CCO, material rodante y demás sistemas ferroviarios que requieran comunicaciones inalámbricas para su funcionamiento.

14.4 Las velocidades y los flujos de transmisión del sistema deberán ser compatibles con las necesidades de los demás subsistemas.

SECCIÓN 15 – COBERTURA Y MODOS DEGRADADOS

15.1 La cobertura radioeléctrica para el equipamiento embarcado deberá ser del 100% sobre la totalidad de la línea del corredor y sobre las zonas descubiertas de patios-talleres y estaciones, y del 95% como mínimo en las zonas cubiertas de patios-talleres y subestaciones. Los terminales portátiles deberán disponer de una cobertura mínima del 95% a lo largo de la línea, en patios-talleres, subestaciones y en el CCO.

15.2 El Concesionario deberá definir, en los diseños de detalle y de acuerdo con la tecnología seleccionada, los parámetros técnicos de aceptación de la cobertura radioeléctrica incluyendo, como mínimo:

a) nivel de señal;
b) calidad de voz;
c) tasa de error;
d) disponibilidad y continuidad durante el handover;
e) capacidad bajo congestión; y
f) desempeño en emergencia

15.3 Se deben verificar los parámetros en campo mediante una metodología de drive test o walk test. La cobertura deberá validarse en línea, estaciones, patios, talleres, subestaciones,

CCO, zonas de maniobra y puntos críticos de evacuación. El plan y los criterios de aceptación se someterán a la No Objeción de la Interventoría.

15.4 El sistema deberá proporcionar capacidad de comunicación entre terminales incluso en situaciones degradadas. Ante el funcionamiento degradado de la red o de la infraestructura del CCO, deberá ser posible mantener de forma autónoma las comunicaciones entre los terminales pertenecientes al radio de actuación de una misma estación base.

15.5 Los sistemas de radiocomunicaciones deberán diseñarse con capacidad suficiente para adaptarse a la evolución del Proyecto y de los servicios de transporte durante toda la vigencia de la Concesión, incluyendo incrementos razonablemente previsibles de demanda, capacidad, cobertura y funcionalidades. Lo anterior se entiende sin perjuicio de las obligaciones de gestión de obsolescencia, actualización tecnológica, renovación y reposición establecidas en el Contrato y en los demás Apéndices aplicables

CAPÍTULO IV – TELEFONÍA E INTERFONÍA

SECCIÓN 16 – TELEFONÍA E INTERFONÍA IP

16.1 El sistema de telefonía e interfonía deberá basarse en tecnología IP y permitir, como mínimo, las siguientes comunicaciones: entre interfonos de estación y el CCO; entre los teléfonos de subestaciones y el CCO; entre terminales móviles y portátiles; entre los terminales del CCO y el exterior a través de la red pública del operador; y entre los terminales de los usuarios administrativos de patios-talleres y el exterior.

16.2 El sistema deberá contar, como mínimo, con: teléfonos IP en subestaciones, oficinas de patios-talleres y CCO; interfonos IP en estación; una centralita IP en la sala técnica del CCO; la interfaz entre la centralita de voz IP y el sistema de radiocomunicaciones; y un grabador de comunicaciones de voz IP.

16.3 El Concesionario deberá disponer de un sistema de administración de la telefonía-interfonía basado en interfaz web, que permita, como mínimo, la configuración de los puestos de trabajo, la visualización de incidencias, alarmas y fallos, el registro histórico de llamadas y la recuperación de grabaciones.

SECCIÓN 17 – PUNTOS DE AYUDA E INTERFONOS EN ESTACIÓN

17.1 El Concesionario deberá instalar interfonos en las estaciones, como mínimo, en: cada entrada; cada extremo del andén; cada máquina automática de venta y recarga; y cada taquilla, garantizando la accesibilidad universal de los puntos de ayuda.

17.2 Los puntos de ayuda deberán permitir la comunicación bidireccional con el CCO y deberán integrarse con el CCTV, de modo que una llamada desde un interfono active la visualización de la imagen asociada en el puesto del operador, conforme los requisitos en Fase de Operación en el presente Apéndice.

SECCIÓN 18 – GRABACIÓN DE COMUNICACIONES E INTERFAZ CON REDES EXTERNAS

18.1 El sistema deberá contar con un sistema de grabación que registre, de forma continua, todas las conversaciones en que esté implicado el CCO, con independencia del medio (interfonía, telefonía o radio). El periodo mínimo de retención será de treinta (30) días; vencido dicho periodo, los registros deberán archivarse en soportes informáticos u ópticos conforme a la Ley Aplicable.

18.2 Sin perjuicio del periodo mínimo de retención, las grabaciones de voz, telefonía, interfonía y radio asociadas a incidentes operacionales, eventos de seguridad, emergencias, accidentes, investigaciones, reclamaciones o requerimientos de autoridad competente deberán preservarse hasta el cierre formal del evento o durante el plazo superior que exija la Ley Aplicable.

18.3 La red de telefonía deberá contar con interfaces con el exterior, que permitan a los usuarios de la red privada establecer comunicación con la red pública del operador. Adicionalmente, el CCO deberá disponer de una conexión telefónica dedicada para llamadas a Policía y Bomberos, mediante una línea directa con el operador exterior.

CAPÍTULO V – VIDEOVIGILANCIA (CCTV)

SECCIÓN 19 – FUNCIONES, COBERTURA Y REQUISITOS DEL SISTEMA CCTV

19.1 El sistema videovigilancia, también denominado CCTV, deberá permitir la captación de imágenes en emplazamientos estratégicos para la operación, y deberá poder:

a) Supervisar el movimiento de las unidades móviles

b) Visualizar:
    a. Las zonas en las que interactúan los usuarios (estaciones, andenes, sistemas tarifarios, material rodante,etc)
    b. El equipamiento en estaciones y cocheras
    c. El equipamiento en línea, incluyendo zonas de maniobras, pasos a nivel, etc. El acceso a edificios como talleres, cocheras, Centro de Control y Operación, subestaciones eléctricas y estaciones, etc

19.2 A las imágenes captadas por el sistema se deberá poder acceder desde emplazamientos remotos tanto en tiempo real como en diferido, a través del sistema de grabación de imágenes.

19.3 El sistema debe registrar en continuo los acontecimientos que hayan ocurrido hasta un mes atrás mínimo (30 días).

19.4 Luego de vencido el mes, los datos deberán inscribirse en unos soportes informáticos u ópticos para ser archivados y deberán cumplir lo dispuesto en la Ley Aplicable.

19.5 Las cámaras deberán facilitar la observación de situaciones anormales tales como los conflictos emergentes, las degradaciones de los espacios y los materiales, la instalación de tráficos ilícitos y las agresiones.

19.6 Estas cámaras deberán registrar las imágenes en continuo.

19.7 Las transferencias de las imágenes deberán desplegarse sistemáticamente bajo alarma.

19.8 La visualización de las imágenes se deberá hacer sobre uno o varios monitores de vídeo: sea en el CCO, sea en la taquilla del agente de vigilancia para los sitios supervisados por personas (en los talleres y cocheras, por ejemplo), con posibilidad de retorno hacia el CCO en tiempo real, o sea en la cabina de conducción para el vídeo embarcado, con transmisión al CCO en tiempo diferido.

19.9 El intercambio de datos pesados entre el tren y tierra sólo se hará en la zona de Cocheras, una vez que los trenes entren en la zona de cocheras.

19.10 Las secuencias de imagen asociadas a una alarma deberán estar marcadas y protegidas contra el borrado.

19.11 El sistema deberá garantizar la conservación, trazabilidad, integridad y disponibilidad de las grabaciones durante los períodos mínimos de retención exigidos por el presente Apéndice y por la Ley Aplicable.

19.12 El acceso, exportación, consulta, respaldo y eliminación de grabaciones deberá realizarse mediante mecanismos controlados, auditables y restringidos al personal autorizado.

19.13 Las grabaciones asociadas a incidentes operacionales, eventos de seguridad, emergencias o requerimientos de autoridad competente deberán poder identificarse, preservarse y recuperarse de forma segura durante el período que resulte aplicable por Ley.

19.14 El sistema deberá mantener evidencias de acceso, exportación, copia, transferencia y eliminación de grabaciones, garantizando su trazabilidad y su utilización como evidencia en investigaciones operacionales o requerimientos de autoridad competente.

19.15 El sistema deberá garantizar la protección física y lógica de las grabaciones frente a accesos no autorizados, alteraciones, pérdida o destrucción accidental.

19.16 Las imágenes grabadas deberán contener la identificación de las cámaras, fecha y hora.

19.17 El Sistema de Videovigilancia deberá cumplir las siguientes funciones:

a) Grabación ininterrumpida de las imágenes captadas por todas las cámaras.
b) Transmisión de imágenes en tiempo real a distintos equipos de la red integrada de servicios.
c) Transmisión de imágenes grabadas a distintos equipos de la red integrada de servicios.
d) Posibilidad de visualización y grabación simultáneas de una cámara.
e) Capacidad de supervisión, configuración y gestión remota desde el CCO y desde los demás puestos autorizados.
f) Detección de alarmas en el sistema de captación.
g) Integración con otros sistemas del Proyecto, incluyendo, como mínimo, los sistemas de interfonía, control de accesos, detección de intrusión, alarmas técnicas, protección contra incendios y demás sistemas que requieran supervisión coordinada desde el CCO. Dicha integración deberá permitir la ejecución de rondas automáticas, la presentación contextual de imágenes y el posicionamiento automático de cámaras cuando se produzcan eventos, alarmas o incidencias en otros sistemas.

19.18 El Sistema de Videovigilancia deberá contar con acceso mediante imágenes a:

Tabla 3. Cobertura mínima CCTV

Ubicación	**Cobertura mínima**
Estaciones	Accesos, taquillas, zonas de control, andenes y áreas de circulación pública
Material rodante	Áreas de pasajeros y cabinas
Patios y talleres	Accesos, estacionamiento, edificios operativos y áreas críticas
Pasos a nível y cruces viales y peatonales	Totalidad de los pasos peatonales y vehiculares preservados o nuevos
Aparatos de vía y maniobras	Zonas críticas definidas por el Concesionario
Subestaciones y edificios técnicos	Accesos y áreas sensibles
Zonas Críticas	Lugares donde se identifica riesgo de intrusión y/o vandalismo

19.19 El Concesionario deberá desarrollar, implementar, mantener y actualizar los protocolos, procedimientos e instrucciones operativas necesarios para la gestión integral del Sistema de CCTV, incluyendo, como mínimo, la operación, monitoreo, acceso, almacenamiento, conservación, recuperación, exportación, respaldo, protección y eliminación de grabaciones, así como la gestión de incidentes, la protección de la información y la atención de requerimientos de las autoridades competentes. Dichos protocolos deberán garantizar la trazabilidad de las actuaciones realizadas sobre el sistema y sus registros, y mantenerse disponibles para revisión por parte de la EFR y la Interventoría.

CAPÍTULO VI – REQUISITOS DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN A LOS PASAJEROS

SECCIÓN 20 – PRINCIPIOS GENERALES

20.1 La información a los pasajeros se deberá componer de 4 subsistemas:

a) La información fija
b) La información dinámica visual
c) La información acústica
d) La información a distancia: portal internet y plataforma telefónica

20.2 Los 3 primeros subsistemas contarán con información en línea e información en embarcado sobre el conjunto del sistema de transporte (puntos de parada, trenes) y en su entorno de proximidad (agencias comerciales, parques de relevo, polos de conexiones).

20.3 Los soportes y postes para rótulos, pantallas, elementos visuales, altavoces y cualquier otro elemento necesario para el desarrollo del sistema deberán resistir al esfuerzo de arranque creado por una persona que se apoya o cuelga del módulo de anuncio (efecto estático y dinámica).

20.4 Los sistemas de información deberán diseñarse con capacidad suficiente para adaptarse a la evolución del Proyecto y de los servicios de transporte durante toda la vigencia de la Concesión, incluyendo incrementos razonablemente previsibles de demanda, capacidad, cobertura y funcionalidades. Lo anterior se entiende sin perjuicio de las obligaciones de gestión de obsolescencia, actualización tecnológica, renovación y reposición establecidas en el Contrato y en los demás Apéndices aplicables.

SECCIÓN 21 – REQUISITOS PARA LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN AL PASAJERO FIJOS (INFORMACIÓN FIJA)

21.1 Los usuarios del Proyecto deberán tener accesos a la información fija, que como mínimo deberá contener:

a) La observación (plano esquemático de la red de transporte público, plano de barrio)
b) La identificación (nombre de la parada, modo + índice, plano esquemático de la línea, destino / sentido)
c) El uso (modo de empleo, tarificación, horarios, reglamento, datos del operador - correo electrónico)
d) Información de línea en conexión (conexión Transmilenio, Metro)

21.2 La información fija deberá contener, además:

a) Información sobre el servicio, lo cual incluye un diagrama de la línea con los transbordos posibles en cada estación, plano de la red, horarios, frecuencias, reglas comunes
b) Contribución en la seguridad de los pasajeros, indicando la posición de los mandos de auxilio y/o de alarma, los botones de mando de abertura de las puertas, etc.

21.3 El nombre de la estación deberá ser visible desde cualquier punto de un tren en parada.

21.4 El número de rótulos a implementar deberá definirse según la longitud del andén.

21.5 En las estaciones en transbordo se deberá contar con unas placas de guiado hacia los demás modos u sistemas de transporte.

21.6 La información fija deberá ser colocada en cada espacio destinado a pasajeros, accesible al conjunto de las personas en posiciones sentadas o de pie.

21.7 Las superficies interiores sin cristal en el tren deberán permitir la instalación de paneles publicitarios.

SECCIÓN 22 – REQUISITOS PARA LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN AL PASAJERO DINÁMICOS VISUALES

22.1 La información dinámica visual deberá presentar el estado del servicio en situación normal y en situación perturbada. Asimismo, deberá poder presentar informaciones comerciales o de acontecimientos.

22.2 Esta información deberá transitar por el sistema de información a pasajeros (SIP).

22.3 El diseño y la arquitectura del sistema deberán permitir una gran flexibilidad de uso a través de mínimo, las siguientes funcionalidades:

a) Difusión automática de mensajes a partir de los datos del sistema SAE (tiempos de espera, salida, etc.)
b) Difusión automática de mensajes preprogramados a partir de acontecimientos particulares, proporcionados, sea por los subsistemas, o porque están programados en el sistema SIP
c) Difusión de mensajes preprogramados a solicitud de los operadores
d) Composición manual y difusión de mensajes a solicitud de los operadores
e) Selección de los equipamientos de anuncio de manera selectiva o por grupos

22.4 Extinción o activación de un equipamiento de anuncio (o de un grupo de equipamientos).

22.5 La información dinámica visual se refiere al anuncio de la dirección de la línea, la indicación de la hora actual, el anuncio en tiempo real de la hora de paso o del tiempo de espera previsional de los próximos 2 trenes y las posibles perturbaciones del servicio.

22.6 La visibilidad de la información deberá ser posible desde los andenes. Los datos deberán ser legibles de día, incluso con mucha luz solar, y de noche.

22.7 La información dinámica visual en el tren deberá estar conformada por:

a) Informaciones de destino, con generación de caracteres, que deben poder leerse a más de 50 m, con todas las condiciones de iluminación, por una persona, con condiciones normales de visión, colocada al exterior del vehículo.
b) Las informaciones de destino deberán estar colocadas sobre cada superficie delantera del vehículo. Según las necesidades y en caso de indisponibilidad del sistema de anuncio automático, pueden ser mandadas electrónicamente y de manera simultánea por el agente conductor desde su cabina quién, en todos los casos, deberá estar informado del destino anunciado;
c) Informaciones de destino, de mismo tipo que las que están colocadas en la parte delantera del vehículo y mandadas según el mismo principio. Estas deberán estar distribuidas sobre cada superficie lateral del vehículo. Esto dispositivos deben ser visibles por un pasajero situado a una distancia entre 1 y 20 metros de la superficie lateral del vehículo;
d) Informaciones colocadas en cada espacio de pasajero, accesibles al conjunto de las personas en posiciones sentadas o de pie, que deberán indicar la hora, el destino del vehículo, el nombre de la próxima estación o unos mensajes temporales previamente programados.

22.8 La difusión de la información dinámica visual deberá ser automática, excepto los mensajes que se refieren a acontecimientos particulares, los cuales deberán dejarse a la iniciativa del conductor o del PMC, sin perjuicio de las prioridades establecidas en el numeral 22.10

22.9 El sistema deberá permitir la difusión de Información de Carácter General, incluyendo:
a) contenidos de entretenimiento offline (documentales, vídeos, entre otros);
b) publicidad corporativa;
c) publicidad de terceros.

22.10 La difusión de Información de Carácter General estará subordinada en todo momento a la transmisión de información operacional, mensajes de servicio, comunicaciones de seguridad y avisos de emergencia. En caso de concurrencia, estos últimos tendrán prioridad absoluta y podrán interrumpir, reemplazar o suspender automáticamente cualquier contenido de carácter general que se encuentre en emisión.

22.11 En caso de disfuncionamiento, el sistema local deberá anunciar un mensaje de tipo "Información no disponible" a la atención de los usuarios y deberá transmitir una alarma hacia las consolas de los operadores del PMC.

SECCIÓN 23 – REQUISITOS PARA LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN AL PASAJERO ACÚSTICOS

23.1 La información acústica deberá relevar o completar, en tiempo real, los mensajes transmitidos por la información dinámica visual.

23.2 Los dos subsistemas de acústica, en "estación" y en "trenes" deberán tener las siguientes funciones:

a) Permitir la selección o composición de los mensajes por difundir;
b) Permitir la selección del sitio a sonorizar (un andén de una estación o la estación, un grupo de estaciones, un tren, un grupo de trenes, estaciones y trenes simultáneamente);
c) Permitir la difusión de mensajes por altoparlantes.

23.3 Los datos difundidos, sea en línea o en embarcado, deberán utilizar una voz sintética o grabada.

23.4 Deberá ser posible que los operadores pasen anuncios vocales.

23.5 La definición de los niveles acústicos deberá realizarse estación por estación, considerando el entorno de la estación.

23.6 Los niveles acústicos de cada estación deberán ser modulables tanto en el día como en la noche.

23.7 El nivel acústico del altoparlante no deberá crear molestia para los vecinos (adaptación día / noche, en su caso) y cumplir con las normas de ruido aplicables en Colombia.

23.8 Los datos del anuncio dinámico en el tren deberán repetirse mediante un mensaje acústico a la salida y antes de cada parada.

23.9 La difusión de la información acústica deberá ser automática, excepto la que se refiere a acontecimientos particulares, lo cual deberá dejarse a la iniciativa del conductor o del PMC.

23.10 La información relativa a los acontecimientos particulares deberá difundirse mediante mensajes pregrabados o por intervención directa del conductor o del PMC.

23.11 Se deberá contar con una función de interfonía entre el conductor y los pasajeros.

23.12 El nivel acústico y el número de aparatos de difusión deberán permitir una comprensión correcta en cualquier punto del vehículo, al tiempo que se evita un nivel acústico excesivo para los pasajeros más cercanos a dichos aparatos.

23.13 Se deberá cumplir la norma EN54-16 y EN54-24 en cuanto a las características que deben reunir los equipos de megafonía para ser usados como sistema de evacuación y emergencia.

23.14 El sistema de megafonía para emergencias debe permitir la emisión inteligible de información sobre las medidas a tomar para la protección y evacuación de viajeros dentro del ámbito de la estación.

23.15 Las líneas de transmisión entre el equipo central y los altavoces, así como entre el equipo central y los micrófonos de emergencia, deberán estar supervisadas y las incidencias deberán ser indicadas. Esto implica que los elementos de gestión del sistema deberán disponer de funciones para la supervisión y monitorización de estos elementos.

23.16 El fallo de un único circuito amplificador o altavoz no deberá generar la pérdida total de servicio en la zona de altavoces cubierta. Se deben utilizar amplificadores de respaldo o back-up de manera que, en caso de fallo en uno de los amplificadores de trabajo, pueda entrar en funcionamiento el de reserva, de forma automática.

23.17 Los altavoces también dispondrán de dos circuitos independientes, de manera que, en caso de incidencia en uno de los circuitos, el sistema no pierda disponibilidad.

23.18 La activación automática del sistema de alarmas por voz a partir del sistema de detección de emergencias se deberá realizar a través de una interface de comunicación.

23.19 El sistema de detección de emergencias deberá ser capaz de recibir información relativa a fallos en el sistema de alarmas por voz y deberá incluir el equipamiento adecuado para su notificación.

23.20 Se deberá disponer de una fuente de alimentación auxiliar (SAI/UPS) para garantizar el constante funcionamiento del sistema.

23.21 Cuando se detecte una alarma, el sistema debe deshabilitar inmediatamente cualquier función no relacionada con su función de emergencia (música, anuncios pregrabados, etc.) que estén siendo emitidos a través de altavoces a las zonas que requieran emisiones de emergencia.

23.22 Los mensajes acústicos deberán ser inteligibles para todos los pasajeros dentro de la estación.

CAPÍTULO VII – REQUISITOS DE DISEÑO DE OTROS SISTEMAS Y SEGURIDAD

SECCIÓN 24 – REQUISITOS PARA LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN A DISTANCIA: PORTAL INTERNET Y PLATAFORMA TELEFÓNICA

24.1 El Concesionario deberá implementar, operar, mantener y actualizar canales de información a distancia que permitan a los usuarios acceder a información clara, oportuna, confiable y actualizada sobre la operación del Sistema Ferroviario, incluyendo, como mínimo, un portal de internet y una plataforma telefónica de atención e información.

24.2 Los canales de información a distancia deberán estar integrados con los sistemas operacionales del Proyecto, en particular con el sistema de información al pasajero, el Centro de Control Operacional, el sistema de gestión de incidencias y los demás sistemas que generen información relevante para los usuarios.

24.3 El portal de internet deberá permitir la consulta, como mínimo, de la siguiente información:

a) horarios programados del servicio;
b) tiempos estimados de llegada y salida, cuando la información se encuentre disponible;
c) estado de operación del Sistema Ferroviario;
d) interrupciones, retrasos, servicios provisionales o modificaciones temporales de la operación;
e) información sobre estaciones, accesos, conexiones e integración modal;
f) tarifas, medios de pago y condiciones generales de uso;
g) reglas de viaje y condiciones de seguridad para los usuarios;
h) información de accesibilidad universal;
i) canales de atención al usuario, peticiones, quejas, reclamos y sugerencias;
j) información de emergencia o contingencia cuando resulte aplicable.

24.4 La información publicada en el portal de internet deberá actualizarse de forma oportuna y consistente con la información difundida en estaciones, trenes y demás canales oficiales del Proyecto.

24.5 El portal de internet deberá ser accesible desde dispositivos móviles y de escritorio, y deberá cumplir los requisitos de accesibilidad digital aplicables, incluyendo condiciones adecuadas de lectura, navegación, contraste, compatibilidad con lectores de pantalla y disponibilidad de información esencial para personas con discapacidad.

24.6 El portal de internet deberá contar con una arquitectura que permita su disponibilidad continua, seguridad de la información, protección de datos personales, trazabilidad de publicaciones y actualización eficiente de contenidos.

24.7 La plataforma telefónica deberá permitir la atención de usuarios y la entrega de información operacional y de servicio relacionada con el Sistema Ferroviario.

24.8 La plataforma telefónica deberá permitir, como mínimo:

a) consulta de horarios y estado del servicio;
b) orientación sobre estaciones, accesos e integración modal;
c) información sobre tarifas y medios de pago;
d) atención de consultas generales;
e) recepción y radicación de peticiones, quejas, reclamos y sugerencias;
f) orientación en situaciones de contingencia o emergencia;
g) atención a usuarios con necesidades especiales de información.

24.9 La plataforma telefónica podrá operar mediante atención humana, sistemas automatizados o una combinación de ambos, siempre que se garantice la calidad, oportunidad y confiabilidad de la información entregada a los usuarios.

24.10 En caso de incidentes, interrupciones, emergencias o afectaciones relevantes del servicio, la información operacional y de seguridad deberá tener prioridad sobre cualquier otra información de carácter general, comercial o institucional difundida a través del portal de internet o de la plataforma telefónica.

24.11 El Concesionario deberá garantizar la consistencia entre la información difundida en el portal de internet, la plataforma telefónica, los sistemas de información al pasajero en estaciones y trenes, y los demás canales oficiales del Proyecto.

24.12 Los canales de información a distancia deberán contar con mecanismos de respaldo, actualización y recuperación que permitan mantener la información esencial disponible durante situaciones de contingencia, fallas tecnológicas o interrupciones parciales de los sistemas.

24.13 El Concesionario deberá registrar y conservar la trazabilidad de la información operacional relevante publicada o comunicada a los usuarios, incluyendo avisos de interrupciones, contingencias, modificaciones de servicio y mensajes de emergencia.

24.14 El Concesionario deberá definir los procedimientos internos para la generación, validación, publicación, actualización y retiro de información en el portal de internet y en la plataforma telefónica, garantizando que la información difundida sea consistente con la situación operacional real del Sistema Ferroviario.

24.15 El portal de internet y la plataforma telefónica deberán mantenerse operativos durante toda la vigencia de la Concesión, con los niveles de disponibilidad, seguridad, calidad de atención y actualización de información que se establezcan en el Contrato y en los Apéndices aplicables.

SECCIÓN 25 – REQUISITOS DEL SISTEMA TRONCAL DE TRANSMISIÓN Y LAS REDES DE SERVICIOS

25.1 El sistema de transmisión (comunicación) deberá garantizar intercambios de información bajo condiciones verificables entre todos los subsistemas en funcionamiento, incluyendo los de naturaleza más administrativa (telefonía, informática).

25.2 Este sistema deberá soportar:

a) La totalidad de las comunicaciones (voces, datos, imágenes, información sobre los acontecimientos) entre los equipamientos, fijos y móviles, de todos los subsistemas del sistema de transporte, incluso sistema de recaudo
b) Las necesidades de comunicación del operador
c) Las necesidades de comunicación hacia los sistemas que pertenecen a las entidades externas

25.3 Todas las conversaciones recibidas en el Centro de Control Operacional (CCO) y emitidas por él (incluye todas las comunicaciones de radio y también las llamadas en directo

desde el CCO), se registran las 24 horas. Las grabaciones se deberán poder leer u oír hasta treinta (30) días después.

25.4 El sistema de telecomunicaciones deberá incluir un sistema centralizado de gestión y supervisión de la red (NMS), que permita la monitorización en tiempo real, la gestión de alarmas, la configuración de los equipos y el registro histórico

25.5 El diseño y la arquitectura del sistema de transmisión deberán permitir el funcionamiento, bajo cualquier circunstancia, de las alarmas de socorro y de las funciones de escucha relacionadas.

25.6 El Concesionario deberá contar, dentro del sistema de transmisión, con al menos las siguientes dos redes de comunicación independientes:

a) Red Integrada de Servicios: en la cual se transmitirán todos los servicios (telefonía, Interfonía, ticketing, control de accesos, etc.), incluidos los servicios críticos (señalización, telemando de energía, radiocomunicaciones, telefonía de operación)
b) Red Secundaria Servicios Críticos, que consistirá en una segunda red de respaldo para la transmisión de los servicios críticos (señalización, telemando de energía, radiocomunicaciones, telefonía de operación) en caso de que se produzca incidencia en la primera.

25.7 Los sistemas críticos se deben conectar con una conexión dual a Red Integrada de servicios y uno a la red secundaria de servicios.

25.8 El Concesionario deberá implementar redundancia física sin punto único de falla (SPOF) de las redes de fibras ópticas.

25.9 El sistema de transmisión deberá cubrir la totalidad de los lugares y espacios que pudieran recibir un equipamiento y o un dispositivo perteneciente al sistema de transporte.

25.10 El Concesionario deberá proporcionar una red interna en el área del CCO. Esta red deberá dar conectividad a todos los puestos de operación y monitorización, así como a todos los servidores y controladores de todos los sistemas que intervienen en la operación de la línea. Esta red tendrá conectividad con las redes de comunicaciones citadas anteriormente.

25.11 Las redes deberán estar o poder estar integradas entre sí y con otras redes de comunicaciones, incluyendo:

a) Red Corporativa Ofimática, que será la red que dará conectividad a los puntos de voz/datos del edificio de talleres y cocheras.

b) Red Wireless de talleres y cocheras, que deberá posibilitar la comunicación tren-tierra con las unidades móviles estacionadas en las vías de cocheras de los dos talleres y cocheras.

25.12 Las comunicaciones deberán estar disponibles y su integridad y encaminamiento deberán poder garantizarse las 24 horas.

25.13 El sistema deberá garantizar niveles adecuados de calidad de servicio (QoS), incluyendo latencia, jitter y pérdida de paquetes compatibles con los requisitos de los sistemas críticos

25.14 Las velocidades y el flujo de transmisión del sistema deberán ser compatibles con las necesidades de los demás sistemas.

25.15 El sistema de transmisión deberá estar diseñado de tal modo que la primera falla de uno de los elementos que lo constituyen no afecte el funcionamiento administrativo del operador y de los subsistemas en funcionamiento.

25.16 La arquitectura de la red para los servicios clasificados como críticos de este Apéndice deberá cumplir un criterio N-1, de forma que la falla de cualquier elemento individual no genere una indisponibilidad mayor a los límites máximos de indisponibilidad definidos y validados por servicio de acuerdo con los objetivos definidos para el Subsistema, y siguiendo los lineamientos del Capítulo de RAMS del Apéndice Técnico 1, ni incumpla el KPI de disponibilidad , conforme los límites establecidos en el Apéndice Técnico 24.

25.17 En caso de indisponibilidad de uno o varios elementos de su arquitectura, el sistema deberá ser capaz, de manera automática y transparente, de redirigir las comunicaciones, con los mismos imperativos de integridad y de seguridad, sin afectar el buen funcionamiento de los subsistemas y la organización del operador.

25.18 Los motivos, el nivel y la duración de la falla, sin importar cuáles sean, deberán registrarse en los archivos.

25.19 Los servicios clasificados como críticos deberán operar sobre redes segregadas lógica y físicamente. La señalización, el telemando de energía, las radiocomunicaciones y la telefonía de operación no deberán depender de redes corporativas, comerciales o no críticas sin una segregación verificable y validada.

25.20 El Concesionario deberá prever una red de acceso inalámbrico (Wi-Fi) para el servicio a los pasajeros en las estaciones, segregada lógica y físicamente de las redes operativas y

de servicios críticos, sin que su operación pueda afectar el desempeño ni la seguridad de dichas redes.

25.21 El Concesionario deberá presentar, como parte de los estudios y diseños de telecomunicaciones, una propuesta de alcance, capacidad y disponibilidad del servicio Wi-Fi para pasajeros, incluyendo los criterios de cobertura, desempeño, concurrencia de usuarios y niveles de servicio aplicables. Dicha propuesta deberá ser sometida a la revisión y aprobación de la EFR como condición para la No Objeción de los diseños correspondientes

SECCIÓN 26 – REQUISITOS DEL SISTEMA DE CRONOMETRÍA Y SINCRONIZACIÓN HORARIA

26.1 El sistema de cronometría deberá asegurar la distribución y la sincronización horaria necesarias para el funcionamiento del Proyecto, proporcionando una referencia temporal común y reajustando los equipos fijos y móviles de todos los sistemas.

26.2 Todos los sistemas conectados a la red de telecomunicaciones deberán utilizar la referencia horaria distribuida por el sistema de cronometría para el registro de eventos, alarmas, incidencias y acciones de operador.

26.3 El nivel de precisión del sistema deberá ser del orden del segundo.

26.4 En caso de indisponibilidad parcial o total del sistema de sincronización, los equipamientos fijos y móviles de todos los sistemas deberán ser capaces, de manera automática y transparente, de sincronizarse sobre cualquier otro referencial horario cuya precisión de sincronización es al menos igual al segundo, sobre un período dado.

26.5 La resincronización deberá ser automática al desaparecer la causa de la indisponibilidad. En su caso, se puede forzar manualmente la resincronización mediante el regulador.

26.6 El anuncio del horario se deberá hacer por lo mínimo en los siguientes lugares:

a) En el CCO
b) En los locales de operación en línea
c) En las construcciones administrativas y las diferentes oficinas de operación
d) En las estaciones (a través del sistema de información a los pasajeros)
e) A bordo de los trenes

SECCIÓN 27 – REQUISITOS DE CONTROL DE ACCESOS, DETECCIÓN DE INTRUSIÓN Y ALARMAS TÉCNICAS

27.1 El sistema de control de accesos y detección de intrusión deberá monitorear el acceso de las personas a las distintas zonas del complejo ferroviario conforme a la política de seguridad, autorizando o denegando el acceso a las zonas restringidas, registrando los accesos permitidos y denegados con fecha, hora e identidad, y detectando la presencia de personas no autorizadas.

27.2 El equipamiento relativo al Sistema de Control de Accesos y Detección de Intrusión deberá ser instalado en los accesos a edificios y dentro de los propios edificios, así como en el acceso a instalaciones que por su naturaleza requieran un control del personal que puede acceder a las mismas.

27.3 El Concesionario deberá integrar el Sistema de Control de Accesos y Detección de Intrusión con el Sistema de Videovigilancia. De esta manera, al producirse un evento en el Sistema de Control de Accesos y Detección de Intrusión (acceso denegado, alarma de intrusión, etc.), el Sistema de Videovigilancia deberá presentar de forma automática en la pantalla del operador de seguridad la imagen asociada al acceso donde se ha producido dicho evento. Para ello, se deberá contar con un Sistema de Control, Configuración y Recepción de alarmas técnicas conjunto para ambos sistemas.

27.4 La gestión de los accesos a las subestaciones eléctricas deberá contar con un sistema de habilitación eléctrica y se deberá definir los límites de intervención entre el proveedor de energía y el personal de operación y de mantenimiento.

27.5 El Sistema de Control de Accesos y Detección de Intrusión deberá:

a) Controlar el acceso por parte del personal autorizado mediante tarjetas de tecnología de seguridad a las áreas restringidas del complejo ferroviario (acceso a edificios y acceso a cuartos técnicos y salas de operación dentro de los propios edificios), de acuerdo con los niveles de autorización y los horarios.
b) Contar con una alarma que se active ante cualquier intento de entrada no autorizada o detección de intrusos en las zonas del recinto no habilitadas.
c) Contar con un sistema de control y supervisión on-line de alarmas.
d) Contar con un sistema de gestión del control de accesos, y que monitoree la entrada y salida de personas.
e) Contar con un sistema de mando y control completo de la apertura y cierre de las puertas y otros elementos desde el puesto del operador de seguridad.

f) Contar con un sistema de control de rondas (implementado mediante tarjetas de proximidad).
g) Contar con un diseño de acreditaciones o sistema de tarjetas u otro mecanismo para el control de Accesos y Detección de Intrusión.
h) Asegurar la visualización en tiempo real, y desde emplazamientos remotos, en cuanto a los eventos que se produzcan en los recintos (sinópticos, etc.)
i) Contar con un sistema de almacenamiento y gestión de históricos de alarmas y actuaciones

SECCIÓN 28 – REQUISITOS DEL SISTEMA Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

28.1 En complemento a los equipamientos reglamentarios de lucha contra incendio (extinguidores, RIA…), los locales técnicos deberán estar equipados con un sistema de detección de incendio.

28.2 Los datos de alarma de fuego deberán visualizarse en el CCO.

28.3 Los sistemas de detección incendio deberán ubicarse como mínimo en:

a) Ciertos espacios de los talleres y cocheras, en locales técnicos del CCO
b) Las subestaciones eléctricas

28.4 En cada subestación eléctrica los sistemas de detección incendio autónomos deberán emitir una información de alarma hacia el puesto de seguridad del CCO.

28.5 Las alarmas anti-fuego y alarmas técnicas del sistema de detección de incendio deberán presentarse a los operadores en las pantallas de los puestos del CCO y registrase en base de datos.

SECCIÓN 29 – REQUISITOS DE CIBERSEGURIDAD

29.1 El Concesionario deberá diseñar, implementar, operar y mantener los sistemas de telecomunicaciones y comunicaciones operacionales conforme a principios de ciberseguridad aplicables a infraestructuras críticas, garantizando la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información y de los sistemas.

29.2 El Concesionario deberá aplicar un enfoque de “seguridad por diseño” (security by design) y “seguridad por defecto” (security by default), incorporando medidas de protección desde la fase de concepción de los sistemas.

29.3 Los sistemas deberán cumplir, como mínimo, con estándares y buenas prácticas internacionales aplicables, incluyendo, sin carácter limitativo, las normas del Apéndice Técnico 2, y:

a) ISO/IEC 27001 (gestión de la seguridad de la información)
b) IEC 62443 (ciberseguridad en sistemas industriales y OT)
c) IEC/TS 50701 (Railway Applications – Cybersecurity)
d) NIST Cybersecurity Framework
e) Normativa nacional aplicable en materia de ciberseguridad

29.4 Las normas y estándares referenciados se aplicarán en su versión vigente al momento del diseño.

29.5 El Concesionario deberá garantizar la segregación lógica , cuando resulte aplicable, física entre redes operacionales, redes corporativas, y sistemas críticos y no críticos

29.6 El diseño de la arquitectura de red deberá contemplar segmentación de redes, cifrado de comunicaciones críticas y protección perimetral (firewalls, IDS/IPS) La protección perimetral incluirá, además, un cortafuegos de aplicaciones web (WAF).

29.7 El Concesionario deberá implantar mecanismos de monitorización continua de eventos de seguridad, detección y respuesta ante incidentes, registro y trazabilidad de accesos y eventos y gestión de vulnerabilidades La monitorización continua y la respuesta ante incidentes de seguridad podrán apoyarse en un Centro de Operaciones de Seguridad (SOC), propio o de un tercero.

29.8 El Concesionario deberá garantizar la actualización periódica de software, firmware y sistemas, evitando situaciones de obsolescencia que comprometan la seguridad del sistema. Dicha actualización comprenderá los sistemas operativos y demás componentes tecnológicos que soporten la infraestructura de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), mediante la aplicación oportuna de parches de seguridad, actualizaciones y nuevas versiones recomendadas por los fabricantes, en coherencia con el Apéndice Técnico 14.

29.9 Cualquier incidente de ciberseguridad que pueda afectar a la operación del sistema deberá ser detectado y contenido de manera inmediata, notificado a la EFR y a la Interventoría, y gestionado conforme a protocolos previamente definidos

29.10 El cumplimiento de los requisitos de ciberseguridad no limitará la responsabilidad del Concesionario respecto de la continuidad del servicio ni del cumplimiento de los niveles de desempeño establecidos en el Contrato.

29.11 El Concesionario deberá realizar auditorías periódicas de ciberseguridad, incluyendo pruebas de penetración, y evaluaciones de vulnerabilidad, cuyos resultados deberán ser puestos a disposición de la EFR y de la Interventoría. Estas auditorías se realizarán con una periodicidad mínima semestral y deberán incluir un plan de remediación, la implementación de las acciones correctivas y la verificación de su efectividad.

29.12 La EFR y/o la Interventoría podrán requerir la implementación de medidas correctivas derivadas de dichas auditorías, las cuales serán de obligatorio cumplimiento para el Concesionario.

SECCIÓN 30 – PROTECCIÓN DE DATOS Y PRIVACIDAD

30.1 El tratamiento de las imágenes de CCTV, de las grabaciones de voz y de los datos de control de accesos deberá cumplir la normativa colombiana de protección de datos personales y la Ley Aplicable, garantizando la finalidad, la proporcionalidad, la confidencialidad y los plazos de conservación de la información.

30.2 El Concesionario deberá establecer políticas y controles de acceso, trazabilidad y custodia de la información sensible, así como los procedimientos para atender los requerimientos de las autoridades competentes conforme a la Ley Aplicable.

CAPÍTULO VIII – EJECUCIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

SECCIÓN 31 – CONTROL DE MATERIALES Y COMPONENTES

31.1 El Concesionario deberá garantizar que la totalidad de los materiales, equipos y componentes del sistema de telecomunicaciones cuenten con la certificación de conformidad aplicable de acuerdo con el Apéndice Técnico 17, con trazabilidad documentada e integrada al sistema de gestión de información del Proyecto.

SECCIÓN 32 – PRUEBAS, ENSAYOS Y VALIDACIÓN

32.1 El Concesionario deberá ejecutar un programa de pruebas, ensayos y validación que verifique el cumplimiento de los requisitos del presente Apéndice, incluyendo, como mínimo: pruebas de la red de transmisión y de su redundancia; pruebas de cobertura y de desempeño del sistema de radio; pruebas de telefonía/interfonía y de grabación; pruebas de CCTV (cobertura, calidad, retención, integración); pruebas de megafonía e información al pasajero; pruebas de cronometría; pruebas de control de accesos e intrusión; pruebas de compatibilidad electromagnética; y pruebas integradas con el CCO y los demás sistemas. El programa deberá incluir, además, las pruebas en fábrica (FAT) y las pruebas en sitio (SAT) de los equipos y subsistemas, conforme al Apéndice Técnico 17.

32.2 El Concesionario deberá entregar los protocolos de prueba, los criterios de aceptación y los registros de resultados como evidencia verificable del cumplimiento, que se someterán a la No Objeción por parte de la interventoría.

SECCIÓN 33 – PUESTA EN SERVICIO

33.1 La puesta en servicio del Sistema de Telecomunicaciones deberá realizarse conforme a procedimientos documentados que garanticen la trazabilidad de las pruebas, la verificación del cumplimiento de los requisitos funcionales y de desempeño, la disponibilidad de los servicios y la subsanación de las no conformidades identificadas, de forma coordinada con la puesta en servicio de los demás sistemas ferroviarios que dependen de la red de telecomunicaciones.

33.2 Como condición previa al inicio de la operación comercial del Proyecto, el Sistema de Telecomunicaciones deberá haber completado satisfactoriamente las pruebas de integración, instalación, validación y puesta en servicio que resulten aplicables, y deberá contar con todas las certificaciones, aprobaciones, informes de conformidad y evidencias documentales requeridas para demostrar que el sistema es apto para su operación segura, confiable y conforme a los requisitos establecidos en el Contrato.

33.3 Ningún servicio comercial podrá iniciarse mientras subsistan no conformidades que comprometan la funcionalidad, disponibilidad, seguridad, interoperabilidad o desempeño del

Sistema de Telecomunicaciones o de los sistemas y subsistemas ferroviarios que dependen de éste.

CAPÍTULO IX – REQUISITOS EN FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

SECCIÓN 34 – OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

34.1 El Concesionario deberá operar y mantener el sistema de telecomunicaciones durante toda la vigencia de la Concesión, garantizando la continuidad, la disponibilidad y la seguridad de los servicios, y conservando los activos en condiciones de cumplir los requisitos del Contrato.

34.2 El Concesionario deberá disponer de los procedimientos, recursos, repuestos, herramientas y personal competente necesarios para la operación y el mantenimiento del sistema, incluyendo la atención de averías y la restitución del servicio en los plazos exigidos por los objetivos RAMS, apoyándose en el sistema de gestión de red (NMS).

34.3 La responsabilidad del Concesionario en el mantenimiento preventivo y correctivo comprende la gestión, monitorización y coordinación técnica con los Titulares de las Redes de las que dependan los sistemas.

34.4 Ante la indisponibilidad de dichas redes, el Concesionario deberá activar los mecanismos de redundancia o los enlaces de respaldo previstos en el diseño para cumplir los niveles de disponibilidad exigidos en el Capítulo de RAMS del Apéndice Técnico 1, sin que la falla de un tercero lo exima de su obligación de resultado.

SECCIÓN 35 – GESTIÓN DE OBSOLESCENCIA Y EVOLUCIÓN

35.1 El Concesionario deberá implementar un plan de gestión de obsolescencia del hardware y software de telecomunicaciones, asegurando el soporte, los repuestos y las actualizaciones de seguridad durante toda la vigencia de la Concesión, y manteniendo actualizada la documentación e inventario de activos en coherencia con el Apéndice Técnico 3.

35.2 El sistema deberá poder evolucionar y ampliar su capacidad sin requerir un nuevo diseño ni un aumento significativo de la diversidad de equipos, conforme a la Sección 7, garantizando la continuidad del servicio durante las renovaciones.

CAPÍTULO X – GESTIÓN DE INTERFACES E INDICADORES

SECCIÓN 36 – GESTIÓN DE INTERFACES

36.1 Sin perjuicio de lo establecido en el Apéndice Técnico 18, el Concesionario será responsable de la gestión integral de las interfaces del sistema de telecomunicaciones con las demás disciplinas del Proyecto.

36.2 La existencia de interfaces no fragmentará la responsabilidad del Concesionario respecto del cumplimiento de los resultados operacionales, funcionales, de seguridad y de desempeño establecidos en el Contrato.