



**ANEXO TÉCNICO DE MANTENIMIENTO DE ITS- SIGMP**

## **1 INTRODUCCIÓN**

A continuación, se presentan las necesidades a ser cubiertas por parte del Contratista en términos de Operación y Mantenimiento (O&M) de toda la solución integral del ITS de puertas automáticas del sistema troncal de TRANSMILENIO S.A. Adicionalmente, se dan las directrices en términos de requerimientos funcionales y no funcionales con los que actualmente cuentan las puertas automáticas del sistema en concordancia con lo estipulado para el Sistema Inteligente de Gestión y Monitorización de puertas (SIGMP), y sobre las cuales el futuro contratista debe garantizar su correcto funcionamiento y operación durante toda la vigencia del contrato.

Cabe resaltar que, el Contratista debe asumir esquemas de validación donde son incluyentes escenarios de: suministro de equipos, instalación, desinstalación, almacenar, configuración, stock de repuestos, traslado, y puesta en funcionamiento de acuerdo con las necesidades que sean identificadas por TRANSMILENIO S.A. con el objetivo que garantizar la continuidad de la operación de las puertas el servicio para los usuarios del sistema.

## **2 GLOSARIO Y ABREVIATURAS**

ANS Acuerdo de Nivel de Servicio

**CALIDAD DE DATOS:** se refiere a la exactitud, consistencia, integridad y oportunidad de los datos almacenados en sistemas de información.

**COMPATIBILIDAD** Es la capacidad que tiene un equipo tecnológico o sistema de ofrecer bondades en su arquitectura o aplicación para que los elementos asociados logren ser comprensibles tanto directamente o indirectamente, independientemente de su funcionalidad.

**ESCALABILIDAD** Es la capacidad que tiene el sistema para crecer tecnológicamente, sin comprometer el funcionamiento y la calidad del mismo. En este sentido es la capacidad de evolución continua del sistema.

**IDENTIFICACIÓN DE VEHÍCULO:** Es la acción de identificar y registrar de manera efectiva la recopilación específica de datos relacionados con los buses de Transmilenio, incluyendo ID de bus, concesionario de operación, placa y tipología.

**INTEGRACIÓN** Es la capacidad que ofrece un equipo tecnológico o un sistema para ofrecer enfoques de diccionarios comunes de datos para el intercambio de información ya sea entre sistemas equipos u otros dispositivos o incluso para el mismo.

**INTEROPERABILIDAD** Es la interacción e intercambio de datos de acuerdo con un método o semántica definida, a través de la integración de tecnología y regulación normativa, entre dos o más sistemas (computadores, medios de comunicación, redes, software, y otros componentes de tecnología de información la interoperabilidad semántica requiere que la información sea significativa y altamente útil. ISO 2382.

**IP Protection Ingress Protection** Definido por el estándar internacional IEC 60529, el cual clasifica el grado de protección de sólidos (como polvo) y líquidos (como agua) que las luminarias deben tener según su función.

**IPv4/v6 Protocol** El protocolo fundamental de la Internet. Porta datagramas de la fuente al destino. El nivel de transporte parte el flujo de datos en datagramas. Durante su transmisión se puede partir un datagrama en fragmentos que se montan de nuevo en el destino.

ISO International Organization for Standardization. Es una organización para la creación de estándares internacionales compuesta por diversas organizaciones nacionales de estandarización.

ITS Intelligent Transportation Systems. Es un conjunto de soluciones tecnológicas de las telecomunicaciones y la informática (conocida como telemática) diseñadas para mejorar la operación y seguridad del transporte terrestre, tanto para carreteras urbanas y rurales, como para ferrocarriles.

LAN Local Area Network. Es un grupo de equipos de cómputo y dispositivos asociados que comparten una línea de comunicación común o un enlace inalámbrico casi siempre con un servidor. Normalmente, una LAN abarca computadoras y periféricos conectados a un servidor dentro de un área geográfica distinta, como una oficina o un establecimiento comercial. Las computadoras y otros dispositivos móviles utilizan una conexión LAN para compartir recursos como una impresora o un almacenamiento en red.

MTBF Mean Time Between Failures. Es la media aritmética o promedio del tiempo entre fallos de un sistema. El MTBF es típicamente parte de un modelo que asume que el sistema fallido se repara inmediatamente (el tiempo transcurrido es cero), como parte de un proceso de renovación.

NTP Network Time Protocol. Es un protocolo de Internet para sincronizar los relojes de los sistemas informáticos a través del enrutamiento de paquetes en redes con latencia variable. Utiliza UDP como su capa de transporte, usando el puerto 123. Está diseñado para resistir los efectos de la latencia variable.

OTA Over-the-Air programming. Se refiere a varios métodos de distribución de forma inalámbrica de software nuevo, ajustes de configuración e incluso actualización de claves de cifrado para

dispositivos como teléfonos celulares, decodificadores o equipos de comunicación de voz seguros (radios de 2 vías cifradas). Una característica **importante** de OTA es que una ubicación central puede enviar una actualización a todos los usuarios que no pueden rechazar, anular o alterar esa actualización, y que la actualización se aplica de inmediato a todos los usuarios del canal. Un usuario podría "rechazar" la OTA, pero el "administrador de canales" también podría "expulsarlos" del canal automáticamente.

REST (Representational State Transfer). La transferencia de estado representacional es un estilo de arquitectura software para sistemas hipermedia distribuidos como la World Wide Web. El término se originó en el año 2000, en una tesis doctoral sobre la web escrita por Roy Fielding, uno de los principales autores de la especificación del protocolo HTTP y ha pasado a ser ampliamente utilizado por la comunidad de desarrollo. Originalmente se refirió a un conjunto de principios de arquitectura, pero en la actualidad se usa en el sentido más amplio para describir cualquier interfaz entre sistemas que utilice directamente HTTP para obtener datos o indicar la ejecución de operaciones sobre los datos, en cualquier formato (XML, JSON, entre otros) sin las abstracciones adicionales de los protocolos basados en patrones de intercambio de mensajes, como por ejemplo SOAP.

RFID (Radio Frequency Identification). Es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas o transpondedores RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio. Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas Auto ID (Automatic Identification, o Identificación Automática).

SISTEMA DE SENSORICA: Es el sistema tecnológico redundante de detección e identificación de cualquier tipología de bus (articulado, biarticulado, padrón dual, articulado dual, y las demás que

defina el Ente Gestor) frente a una parada para gestionar de acuerdo con las disposiciones de TRANSMILENIO S.A. la demanda de apertura y cierre de las puertas automáticas.

**VIRTUALIZACIÓN LIGERA:** Es una técnica de virtualización que permite ejecutar múltiples instaladores de software en los sistemas ITS suministrados (exclusivos de cada estación troncal), que permita la recuperación del servicio ante fallas, y permita mantener la disponibilidad y prestación del servicio.

### **3 REQUISITOS TÉCNICOS MÍNIMOS EQUIPOS COMPLEMENTARIOS – SOLUCIÓN ITS**

El Contratista deberá dentro de su plan de O&M hacer seguimiento y control a todos los equipos complementarios, redes eléctricas, de comunicaciones, adecuaciones y demás elementos que hagan parte del sistema de puertas automáticas y equipos complementarios (sistema ITS), con el fin de garantizar el correcto funcionamiento, **El contratista** deberá evaluar técnicamente cada una de las estaciones objetos de este contrato para establecer el mejor plan de operación y mantenimiento para la solución de ITS contando con todos los elementos como lo son: comunicaciones, integración, stock de repuestos, personal calificado y demás que permitan mantener la operación y funcionalidad en la estación de manera integral. El Contratista deberá garantizar a través de su plan de O&M que la pasarela inteligente transmita todos los datos requeridos por la Entidad al Centro de Gestión (CDEG) de Transmilenio.

Como parte de los equipos complementarios a las puertas automáticas, el Contratista deberá cumplir con el suministro de equipos, dispositivos y demás elementos relacionados en el anexo de ingeniería de detalle que permitan cubrir necesidades en materia de los sistemas de control y monitorización a ser desplegados en las puertas automáticas de las estaciones que son intervenidas, cumpliendo con las directrices de integración con el Centro de Gestión para el consumo posterior de servicios ITS hacia las estaciones en concordancia con lo estipulado para el Sistema Inteligente de Gestión y Monitorización de puertas (SIGMP).

**NOTA: SISTEMA INTELIGENTE DE GESTION Y MONITORIZACION DE PUERTAS (SIGMP)**

El SIGMP se define como un elemento transversal de Transmilenio dispuesto a lo largo de las estaciones del sistema troncal, cuyo objetivo está centrado en el usuario y tiene como fin apoyar su accesibilidad y seguridad dentro del sistema troncal. Específicamente, el SIGMP está centrado en la gestión, monitorización y control de las puertas de las estaciones donde se realizan las operaciones de entrada y salida de pasajeros ya sea, desde el bus hacia la estación o viceversa. En este sentido, este sistema se focaliza en apoyar, mejorar, prever, planear y atender las necesidades operacionales que surgen en la cotidianidad en cuanto a los retos que se generan diariamente a lo largo de las estaciones (infraestructura operativa) y que se articulan hacia el ingreso o salida de viajeros desde las estaciones hacia los buses o viceversa.

Adicionalmente, este sistema afianza los procesos de calidad que enfrenta el Ente Gestor para mejorar el servicio desde las estaciones o incluso desde los vehículos para coordinadamente con las áreas usuarias del ente gestor, poder ofrecer mayor eficiencia en el ámbito de la prestación del servicio del sistema.

A continuación, se exponen los elementos técnicos que deberán tenerse en cuenta dentro del plan de O&M que proponga el contratista para el SIGMP.

### **Interfaces hacia el dispositivo hardware/software que gobierna la puerta(s).**

Como es sabido, las puertas de las estaciones del sistema Transmilenio cuentan con una solución tecnológica por puerta hardware/software (en algunos casos llamado tarjeta controladora), que puede ser micro controlado/micro procesado o bajo enfoque de controles lógicos programables, y que permite ejercer acciones sobre los diferentes actores de la puerta y monitorizar sus estados. Para este proceso y teniendo de referencia el avance tecnológico actual es importante resaltar que el ente gestor en el esquema de visión de este proyecto ha considerado las estaciones como el elemento a monitorizar, específicamente sus puertas (teniendo de referencia sus posibles estados) para ingreso y salida de usuarios.

En concordancia con lo anterior, la solución tecnológica dispuesta para este fin (interfaz hardware/software) atiende los consumos de corriente a lugar en función de la cantidad de

actores o sensores a manejar en tiempos diferentes y vagones de las estaciones, o incluso, articula la sincronía de apertura o cierre de puertas para un mismo vagón en los mismos tiempos. Adicionalmente se resalta que, i la solución tecnológica dispuesta emplea una única interfaz hardware/software por puerta, y será objeto de seguimiento y control por el contratista a través de su plan de O&M propuesto.

Se aclara que la obligación de mantenimiento a cargo del CONTRATISTA es de naturaleza integral. Por lo tanto, el Contratista asume la responsabilidad plena de ejecutar todas las actividades técnicas, lógicas y físicas necesarias sobre la totalidad de los elementos, bienes (hardware) y componentes de software objeto del contrato. Esto incluye, sin limitarse a, actualizaciones, parches de seguridad, reparaciones, sustituciones y monitoreo, con el fin exclusivo de garantizar el correcto funcionamiento, interoperabilidad y operación continua de la solución tecnológica implementada.

Con el objetivo de articular el Sistema Inteligente de Gestión y Monitorización de Puertas, la solución tecnológica de ITS de las puertas es capaz de atender como mínimo los siguientes requisitos, y se deben mantener completamente vigentes y operables durante el periodo del contrato de O&M.

### **Requerimientos funcionales**

#### a. Accionamiento sobre las puertas de las estaciones

RF001: La(s) interfaz(ces) hardware/software implementa un esquema de control sobre las diferentes acciones que pueden tener lugar en las puertas de las estaciones, es decir, tiene la capacidad de realizar los accionamientos a lugar en función de sus diversos estados (apertura, cierre, puerta parcialmente abierta, puerta parcialmente cerrada, puerta bloqueada, intento de bloqueo, y apertura forzada).

#### b. Eventos de estado de las puertas de las estaciones

RF002: La(s) interfaz(ces) hardware/software de la puerta implementa una función que permite capturar los eventos de estados y condiciones anormales de las puertas para que posteriormente sean dispuestos (en su totalidad de las puertas de la estación o de una particular) hacia la pasarela

inteligente en concordancia con los diccionarios de datos que definidos por el Ente Gestor. En cuanto a las variables a considerar son como mínimo los siguientes:

- a. Apertura de puerta con ID de estación e ID vehículo
- b. Cierre de puerta con ID de estación e ID vehículo
- c. Detección de intento de bloqueo en la apertura de la puerta
- d. Detección de intento de bloqueo en el cierre de la puerta
- e. Autodetección de errores críticos internos identificados en la operación de la puerta que puedan generarse o determinarse en el EV5. En el caso de que sea todo un vagón de la estación esto también se notifica o incluso si es toda la estación.
- f. Pérdida de alimentación de la red pública (red principal).
- g. Estado actual de la puerta (Abierta/Cerrada).
- h. Ciclos de apertura y cierre acumulados
- i. Estado configuración de parámetros de la puerta

**Nota:** Los eventos anteriormente descritos son informativos, y puede darse el caso que, en algunas estaciones TRANSMILENIO S.A. tenga dispuestos eventos adicionales. No obstante, es responsabilidad del contratista mantener la integridad y calidad de los datos de los eventos durante la vigencia del contrato.

RF003: La(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(nes) y dispuesta(s) en la(s) puerta(s) permite la gestión (control) y monitorización de alarmas a lugar y relacionadas con los eventos descritos en el RF002 tanto de forma local como remota.

RF004: La(s) interfaz(ces) hardware/software considera una línea TCP/IP que permite consolidar los estados a lugar y entregar la información hacia y desde la pasarela inteligente por medio de una línea ethernet TPC/IP cableada en concordancia con los diccionarios de datos definidos el Ente Gestor.

RF005: En concordancia con el RF002, la(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(es), en concordancia con su esquema de arquitectura de solución integral por estación,

genera los eventos a lugar hacia la pasarela inteligente teniendo de referencia los diccionarios de datos definidos por el ente gestor para su intercambio de información con el centro de gestión.

Se resalta que, durante la vigencia del contrato, TRANSMILENIO S.A. podrá solicitar al contratista la creación y/o ajuste y/o parametrización de nuevos y antiguos eventos, acorde con sus necesidades operacionales, sin que ello implique costos adicionales para la entidad.

En línea con lo anterior, TRANSMILENIO S.A. realizará la solicitud formal al contratista junto con la actualización de los diccionarios de datos del SIGMP, o lo que proceda.

#### Gestión y monitorización local de las puertas de las estaciones

RF006: La(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(es) y dispuesta(s) permite su gestión y monitorización de forma inalámbrica in situ (local) en la estación a través de una aplicación móvil usando Bluetooth. dentro de un escenario de seguridad articulado con la interfaz local en términos de dirección MAC del dispositivo o wifi o una combinación de estas. Las acciones a lugar que se pueden realizar hacia las puertas de la estación mediante la aplicación en el móvil incluyen al menos las siguientes:

- Control de velocidad de la puerta,
- Fuerza de cierre de la puerta
- Identificar el número de ciclos del motor,
- Procedimiento o rutina de prueba de la puerta
- Errores de la interfaz hardware/software
- Estado de la puerta (con respecto al RF002)
- Tipo de energización (batería de respaldo o alimentación principal)
- Modo de operación (automático, manual o mixto)

**Modo de operación Automático:** Operación completamente automática entre los sistemas de fuentes de entrada y el sistema ITS para su accionar.

**Modo de operación Manual:** Su operación consiste en la interacción manual de un usuario y/o personal designado del proyecto para el apoyo funcional del sistema de puertas.

**Modo de operación** Mixto: Su operación se basa en el accionar de usuario y/o personal de proyecto para el apoyo funcional del sistema de puertas y el modo de operación automático.

**Nota:** este requisito es únicamente dispuesto para los fines de mantenimiento o lo que el Ente Gestor disponga (en cuanto a los esquemas de parametrización de las puertas) y en cualquier caso, los esquemas de comunicación con estas interfaces tienen un esquema de seguridad con la interfaz local teniendo en cuenta como mínimo, términos de dirección MAC del dispositivo, usuario, contraseña y acceso remotos seguros para tal fin garantizando los usuarios necesarios y requeridos por TRANSMILENIO S.A. La custodia de esta información será responsabilidad del Contratista durante el tiempo que dure el contrato y lo que pasare será su responsabilidad. Una vez finalizado el contrato el Contratista deberá trasladar esta custodia y el software asociado incluyendo documentación, manuales y procedimientos a la Entidad o a quien ella designe. Se recuerda que dentro del plan de O&M deberán estar contempladas actividades sobre la aplicación móvil en aras de validar su correcto funcionamiento.

RF007: Respecto a la aplicación móvil y su apk el Ente Gestor (quien podrá usarla de forma discrecional y con los debidos controles de seguridad) la entregará al contratista para que este pueda efectuar las actividades que haya establecido en su plan de O&M haciendo pruebas funcionales en todos los vagones de cada estación.

El contratista obtendrá los usuarios requeridos por parte del Ente Gestor o quien este designe para ejecutar las tareas establecidas dentro del plan de O&M.

c. Monitorización remota de las puertas de las estaciones

RF008: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación (compuestas por la interfaz(ces) de hardware/software) está en la capacidad de recibir peticiones desde la pasarela inteligente las cuales permiten realizar acciones de gestión (control), reinicio (RESET) y monitorización sobre cada puerta de la estación o sobre todas de forma simultánea en caso de que haya lugar. Esta monitorización también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

RF009: Cuando se ejecute una operación de RESET desde el centro de gestión sobre alguna de las puertas de una estación, la pasarela inteligente ejecuta una solicitud de chequeo de funcionamiento aproximadamente a los 2 minutos (tiempo que es configurable en consonancia con el Contratista) para que la puerta anuncie su estado (puerta averiada o sin errores). En caso de no anunciar su estado, se reintenta nuevamente y si no se anuncia el estado, se reporta la puerta en avería al centro de gestión y genera al tiempo en la puerta, un accionamiento para el identificador lumínico tanto interno como externo (color a definido por parte de Transmilenio) de la puerta para que se evidencie en la estación que la puerta no está operativa. En cualquier caso, siempre y cuando el sistema lo permita, si hay una avería la puerta deberá dejarse abierta y con el mecanismo de bloqueo desactivado para que esta no se pueda cerrar. Esta FUNCIONALIDAD también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

RF010: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación ofrece constantemente información si la puerta está operativa, entregando los datos a lugar a la pasarela inteligente en el momento de ocurrencia de cualquiera de los eventos. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

RF011: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación esta articulada con la pasarela inteligente, para enviar al Centro de Gestión, los eventos y alarmas generados desde la solución tecnológica general de puertas. Como mínimo se envían los siguientes eventos inmediatamente ocurran ya que son considerados en los diccionarios de datos del centro de gestión:

- a. Evento de apertura y cierre de las puertas con ID de estación e ID vehículo.
- b. Evento detección de intento de apertura forzada
- c. Evento de detección de intento de bloqueo en la apertura
- d. Evento de detección de intento de bloqueo en el cierre

- e. Autodetección de errores críticos internos identificados en la operación de la puerta que puedan generarse o determinarse en el EVP5. En el caso de que sea todo un vagón de la estación esto también se notifica o incluso si es toda la estación. (estos eventos son como mínimo los siguientes)
- f. Alarma de pérdida de alimentación de la red pública
- g. Alarma de batería baja de UPS
- h. Alarma Puerta Abierta durante un tiempo determinado

**Nota 1:** Los eventos anteriormente descritos son informativos, y puede darse el caso que, en algunas estaciones TRANSMILENIO S.A. tenga dispuestos eventos adicionales.

RF012: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación está articulada con la pasarela inteligente, para transmitir la información sobre el estado de la puerta por demanda ya sea sobre la totalidad de las puertas de una estación o sobre una puerta particular. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

d. Apertura manual de las puertas de las estaciones

RF013: La(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(es) disponen de un sistema manual que permite los accionamientos de las puertas (apertura y cierre) en las estaciones en caso de que haya lugar. Este sistema puede habilitar o deshabilitar remotamente en consonancia con lo que determine el ente gestor. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

e. Rutinas de autodiagnóstico de las puertas de las estaciones

RF014: La(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(es) y dispuesta(s) en las puertas(s) disponen de dos tipos de rutinas de autodiagnóstico de la puerta:

Rutina 1: correspondiente a los esquemas de monitorización remotos generales por demanda que realiza el centro de gestión a través de la pasarela inteligente y que reciben la(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(es) y dispuesta(s) en la(s) puerta(s) y donde mínimamente exististe la información asociada a:

- El estado actual de la puerta
- Las horas de servicio acumuladas
- La cantidad de cierre y apertura acumulados
- El estado de configuración de parámetros de la puerta

Rutina 2: correspondiente a los esquemas de monitorización in situ que posiblemente podrían realizarse desde la propia estación. Esta rutina incluye como tal un esquema de accionamiento de la puerta que puede ser evidenciado de forma visual y considerando las siguientes acciones:

- Estado actual de la puerta (apertura, cierre)
- Que sea posible evidenciar un cambio de velocidad en la apertura o cierre
- Que sea posible evidenciar un aumento fuerza del motor
- Que sea posible evidenciar un intento de bloqueo.

Estas rutinas también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

f. Identificador de las puertas de las estaciones

RF015: La puerta de cada estación independiente de la solución de la interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(es) cuenta con un identificador único dentro de cada estación que hace parte del sistema troncal, esto está articulado en la solución y es definido por el ente gestor. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

RF016: En consonancia con la arquitectura de solución integral que emplea para atender las necesidades del SIGMP para la(s) estación(es) a su cargo donde se incluyen todas las puertas que proceda, se tiene que la(s) interfaz(ces) hardware/software desplegado(s) son capaces de interactuar bajo esquemas de redes industriales o lo que proceda. Lo anterior con el fin de

garantizar el intercambio de información con la pasarela inteligente mediante una trama homogénea definida de acuerdo con los diccionarios de datos del centro de gestión y considerando lo referente al RF002 así, indistintamente de la arquitectura es posible monitorizar o controlar cada puerta de la estación teniendo de referencia el identificador de cada puerta. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

g. Transmisión de información hacia la pasarela de inteligente

RF017: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación en particular (compuestas por la interfaz(ces) de hardware/software) ofrece en tramas abiertas y leíbles toda la información de la puerta hacia la pasarela inteligente. Esta información se transmite en concordancia con los diccionarios de datos que determinó el Ente Gestor a través de su Centro de Gestión. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

RF018: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación genera un esquema de red o algo similar que permite que, desde el centro de gestión, a través de la pasarela inteligente ubicada en la estación, se alcance una única puerta o todas para realizar los esquemas de gestión y monitorización por demanda. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

h. Articulación con el sistema Bus-Estación

RF019: La(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(es) y dispuesta(s) en la(s) puerta(s), parada o vagón y teniendo de referencia la arquitectura de solución integral para la estación, contempla su articulación y suministro de los elementos del sistema Bus-Estación. Se recuerda que este último es el encargado de detectar cuando el bus está al frente de la estación y a su vez, este enviará una señal a la(s) interfaz(ces) hardware/software de la(s) puerta(s) para que, a posteriori se genere la apertura o cierre de la(s) puerta(s) que contemplan una parada o

vagón de una estación en particular, y así, se posibilite el ingreso y salida de pasajeros hacia o desde la estación al vehículo o viceversa. Todo esto, normalmente se articula electrónicamente mediante un contacto seco dispuesto por la interfaz hardware/software, garantizando el correcto funcionamiento de apertura y cierre de las puertas en sincronía con el bus. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

**Nota:** Sin perjuicio de lo anterior, TRANSMILENIO S.A. podrá integrar en el futuro esquemas de identificación de flota adicionales al sistema Bus-Estación existente. En tal sentido, el contratista deberá realizar a su costo y riesgo la articulación lógica y física a los nuevos o adicionales sistemas de identificación de flota que determine el Ente Gestor.

i. Protocolo IPV4/IPV6

RF020: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación posibilita el manejo de protocolos IPV4/IPV6. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

j. Reproducción de mensajes

RF021: La(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(es) y dispuesta(s) en la(s) puerta(s), parada o vagón están en la capacidad de reproducir mensajes de audio digital (tipo WAV, MP3, OGG, mp4, u otro a lugar). La(s) interfaz(ces) hardware/software se apoya para la reproducción de audio en un sistema externo que cuenta con todos los esquemas de sintetización de audio para que todos los mensajes puedan ser desplegados a los alrededores de las puertas del sistema trocal. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

RF022: Independiente de la forma técnica de cómo se difunde el audio alrededor de las puertas, este sistema tiene al menos una capacidad mínima de 1GB para almacenamiento de los mensajes que determine el ente gestor. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

RF023: Este sistema de producción de mensajes está articulado frente a la llegada o salida de buses en relación tanto con una estación como con una parada del vehículo, es decir, si un bus llega a la estación existe un mensaje que anuncia la apertura de las puertas para que los usuarios ingresen a la estación y/o viceversa. Una vez el vehículo cierre sus puertas existe mensajes en la puerta asociados a la acción del momento de su cierre. Todos estos mensajes se articulan con las áreas estratégicas de la Entidad. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

**Nota:** El ente gestor puede determinar y articular esquemas de negocios colaterales si así lo dispusiese y para ello, se requerirá alinear esta funcionalidad con la subgerencia de negocios. Para esto último, dispone de una interfaz para el cargue de la información a lugar y adicionalmente, desde el centro de gestión se podrán enviar algunos códigos (definidos por el ente gestor una vez sus áreas misionales los determinen) que permitan la reproducción de mensajes, incluyendo información de emergencia si hay lugar.

k. Esquema eléctrico y respaldo energético.

RF024: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación incluyendo todos sus componentes debe tomar ventaja del esquema eléctrico y electrónico (acometida) para que se cubra la necesidad energética principal de los dispositivos que hacen parte de la mencionada solución teniendo de referencia que los dispositivos a lugar deben estar protegidos mediante fusibles y/o limitadores de corriente que permitan en caso de alguna incidencia poder mitigar consumos excesivos de corriente. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

RF025: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación incluye por vagón o parada un sistema de respaldo energético para la pasarela inteligente en consonancia con su arquitectura de red, que es capaz de sustentar al menos seis horas de trabajo en caso de ausencia del suministro eléctrico principal, de hecho, el sistema de

respaldo energético conmuta inmediatamente haya ausencia del suministro principal y generar los eventos a lugar. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

Sin perjuicio de lo anterior, dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M se debe contemplar los informes que le sean solicitados por la entidad con el objetivo de establecer oportunidades de mejora y soporte de las actividades ejecutadas.

Adicionalmente, en cuanto a la(s) interfaz(ces) hardware/software y teniendo de referencia la arquitectura integral de solución de puertas en la estación, la solución general atiende la exigencia del al menos 100 ciclos completos de apertura y cierre de puertas y todos los componentes. Antes de que el sistema de respaldo se agote, este lleva la(s) puerta(s) al punto de apertura total de las hojas y asegurarlas en esta posición.

I. Testigos lumínicos

RF026: La(s) interfaz(ces) hardware/software cuenta con un testigo lumínico de tipo RGB una vez los contactos secos sean activados en el momento de cierre o apertura de la puerta. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M cambiando aquellos testigos lumínicos que presenten fallas.

m. Temporización para las acciones de apertura y cierre de puertas

RF027: La(s) interfaz(ces) hardware/software cuenta con un módulo o funcionalidad de temporización para la acción de cierre puertas y está articulada al mensaje audible. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

RF028: La(s) interfaz(ces) hardware/software cuenta con un módulo o funcionalidad de temporización que permite la apertura o cierre de puertas con el ánimo de proteger al usuario de esta acción. Es decir, una vez se genere la orden de cierre o de apertura de puertas estas deberán abrirse o cerrarse de acuerdo con las siguientes acciones:

1. Difundir mensaje de audio de apertura o de cierre de las puertas

2. Testigo lumínico de tipo RGB en cada puerta de la estación visible desde cualquier punto alrededor de la puerta. Este indicador deberá poder cambiar de color en función de los estados de la puerta
3. Temporización de la acción de cierre o apertura por parte la puerta
4. Acción de apertura o cierre.
5. Difundir otro mensaje (en consideración con lo que determine el ente gestor)
6. Esto se repite tantas veces como lleguen vehículos a cada estación

Nota: esta priorización de acciones es discrecional por parte del Ente Gestor y de sus dependencias y el Contratista deberá estar dispuesto a articular las acciones en el orden que considere el Ente Gestor.

Estas acciones también deberán ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

n. Interfaz visual de la solución

RF029: Cada interfaz(ces) hardware/software o la arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) de puertas dispone de una interfaz visual (tipo pantalla táctil) a través de la cual es posible la administración de todo el esquema de las puertas dispuesta en las estaciones.

RF030: La interfaz visual puede comunicarse en los protocolos a lugar con cada interfaz(ces) hardware/software, igualmente atiende los encendidos y apagados de las interfaces bluetooth o wifi para los temas de mantenimiento de cada puerta o en su defecto de cada vagón o como se contemple por parte de un conjunto de puertas, sin embargo, se resalta que todas las interfaces de bluetooth o wifi o la combinación de estas están apagadas para el caso de mantenimiento y esa interfaz ofrece una función de enrolamiento de un dispositivo móvil en cuanto a su dirección MAC para que ese dispositivo pueda realizar operaciones frente a la puerta en revisión o vagón si es el caso.

RF031: La interfaz visual tiene otras funcionalidades generales en caso de monitorización o gestión de puertas, pero estas, si y solo si, se efectuaran cuando el Ente Gestor lo estime conveniente.

RF032: La interfaz visual cuenta con un sistema de autenticación de usuario y contraseña para que sea accedida con una definición de roles de tipo administrador y mantenimiento para que solo pueda ser usada por el personal autorizado. El rol de administrador lo debe poder tener el Ente Gestor y el Contratista deber entregar el usuario y contraseña para este fin.

La interfaz local visualiza todos los vagones de la estación, identificando por colores su estado de puertas,



**Nota:** Imagen de referencia

en relación con la pasarela inteligente y su interfaz local está cuenta con un escenario de interfaz visual cómo se aprecia en la figura de tal forma que es monitorizable toda la estación a través de esta herramienta. Adicional a esto, Esta interfaz visual se actualiza en tiempo real con relación a cada uno de Los estados que se presenten en cada apertura y cierre de puertas o las condiciones a lugar de cada vagón de cada estación. Igualmente, en esta interfaz genera tramas de monitorización, gestión y control para toda la estación para todo el escenario de apertura y cierre de puertas de la misma manera, está interfaz sigue los escenarios de cada estado de puerta según los códigos de colores que defina el ente gestor, y adicional a esto permite monitorizar los diferentes esquemas o elementos tecnológicos que conforman la estación, por ejemplo, se

recuerda que desde esta interfaz es que debe darse de alta a los equipos que apoyan la configuración de cada puerta, es decir, los que funcionan por Bluetooth. El contratista deberá suministrar los usuarios requeridos por el Ente Gestor o quien este designe para ejecutar tareas de control, supervisión. Así mismo, deberá conceder al Ente Gestor los accesos necesarios a todas las Bases de Datos de su solución ITS, para que sea posible realizar la extracción de la información que se considere necesaria.

RF033: La interfaz visual cuenta con un esquema de trazabilidad de acceso para saber quién ingreso o quien la utilizó al menos con una capacidad para tener esta información durante 2 meses. El acceso físico a esta interfaz es seguro por cual cuenta con un gabinete que dispone de una llave que será administrada por quien considere el ente gestor.

Por otra parte, se recuerda que la pasarela inteligente tiene acceso completo a la monitorización y gestión de las puertas de forma remota y es posible acceder a cualquier puerta de la estación indistintamente del número de esas interfaces que se dispongan. Se resaltan también que el propósito de esta interfaz es exclusivamente para atender actividades locales o de mantenimiento previamente autorizadas por parte del Ente Gestor.

Todas las funcionalidades de la interfaz visual de la solución también deberán ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

o. Esquemas de actualización remota

RF035: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación contempla un esquema de actualización remota de firmware tipo OTA (Over the Air) para su rápida programación. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

p. Esquema de puertos RFU

RF036: La(s) interfaz(es) hardware/software en términos de escalabilidad ofrece un esquema de puertos adicional tipo RFU (Reservados para uso futuro) a los que actualmente ya este posee, y que deben ser de propósito general (GPIO) de entrada/salida, que a su vez son configurables en

esquema lectura y escritura. La cantidad para ambos, es decir, entrada o salida es de 8 puertos, es decir, 4 para entrada y 4 para salida. En caso de requerirse alguno más de cualquier tipo ya sea de entrada o salida se requerirá que el Contratista presente una solución técnica alcanzable que permite la incorporación de otra señal. En conclusión, los escenarios de puertos de entrada y salida tienen la capacidad de transmisión y articulación con las funcionalidades de las puertas incluso, pueden servir de prueba o debug para que hagan parte de escenarios de prueba. Todo lo anterior, es incluso articulable hacia la pasarela inteligente, en caso de la articulación de datos. Esta funcionalidad también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

q. Articulación con los esquemas de red

RF037: La(s) interfaz(ces) hardware/software o la arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) de puertas está desplegado a través de ductería metálica tipo Conduit (ver Anexo No. 1 Instalaciones Eléctricas). Todo lo anterior, en aras de llevar la información por un único canal a la pasarela inteligente. La canalización por tuberías una para potencia y otra independiente para datos que articule todas las conexiones de la estación en un único punto con la pasarela inteligente. Esta característica también deberá ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

r. Elemento de realimentación para el estado real de las puertas

RF038: La(s) interfaz(ces) hardware/software contempla un elemento que permite identificar a nivel real los estados de apertura y cierre de la puerta, y no únicamente contempla la información entregada por los movimientos de giro de los motores (aparte de los encoders normales que puedan tener estas interfaces). En este sentido, esto es abordado técnicamente por un sensor de fin de carrera), el cual, también entrega su estado a la(s) interfaz(ces) hardware/software, para que esta en consonancia con la arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión

(control) de puertas, envíe la información pertinente y los eventos a lugar, que permitan evidenciar el estado real de la apertura y cierre de puertas.

Se precisa que, ambos estados de las puertas (apertura y cierre) cuentan con un elemento al inicio y al final del recorrido de la puerta, ya sea para su apertura y su cierre.

**Nota:** existe un evento por cada de estado de las puertas.

o. Sistema de sensórica y/o solución alternativa instalada en la estación. (únicamente en estaciones donde aplique)



**Sensores o Cámara LPR**

**Nota 1:** Imágenes referenciales las cuales pueden variar acorde a la infraestructura de equipos que integran el sistema gestión de demanda de apertura de puertas

RF039: El sistema de sensórica está completamente integrado a la solución de ITS dispuesta en las estaciones para la gestión y control de apertura de puertas del SIGMP. Se resalta que existe al menos un sistema de sensores por parada por sentido y por vagón, en cada una de las estaciones.

RF040: El sistema de apertura de puertas cuenta con un nivel complementario al actual sistema Bus-estación, que bajo una señal de detección de llegada de bus, que apoya la apertura de puerta en estación ante la incidencia de cualquier novedad en la operación robusteciendo el sistema y garantizando su apertura en el momento de la llegada de un bus de cualquier tipología en

estación, lo anterior siguiendo un escenario de priorización en función de los sistemas tecnológicos dispuestos para detectar el vehículo.

RF041: El sistema de puertas automáticas tiene como base varios sistemas para detectar el vehículo siendo estos clasificados como de primer nivel, segundo nivel y tercer nivel. En el primer nivel, cuenta con un sistema de sensorica en la estación de tal forma que se detectan las diferentes tipologías del vehículo siendo estas, articulado, biarticulado, padrón, articulado DUAL y las demás que defina el Ente Gestor a posteriori. Para este nivel, los sensores están ubicados de tal forma que se detecta el vehículo en su inicio y fin, es decir, el sistema asegura que el vehículo está en frente de la estación y en la posición correcta para que a posteriori de esta identificación, la interfaz hardware/software del SIGMP genere los accionamientos de apertura o cierre de puertas en coherencia con la tipología del vehículo. El segundo nivel está centrado en sistema actual, es decir, en el sistema bus-estación, sistema sobre el escenario inalámbrico vía transpondedor (usando el estándar ZIGBEE IEEE 802.15.4 a 2.4GHz), es decir, cuando un conductor detenga el vehículo al frente de la estación y proceda a obturar el botón de apertura de puertas, este sistema emite la señal hacia la estación en aras de recibir la información del vehículo y generar las aperturas de puertas correspondientes a su tipología. Por último, el sistema de tercer nivel se centra en la detección temporizada de los TAGS RFID que posee el vehículo, es decir, si el vehículo está detenido y al frente de la estación y a su vez, la lectora logra ver los TAGS RFID del vehículo logra ver los TAGS, se debe proceder inmediatamente a realizar las acciones a lugar para la apertura de puerta. Por último, la trama que será enviada por los eventos del sistema de apertura de puertas se identifica cual es el nivel (1,2,3) por el cual la puerta alcanzó su estado de apertura.

RF042: El sistema de primer nivel cuenta con una rutina periódica de “autocheck” para que se pueda comprobar el correcto estado de funcionamiento de los sensores. Así mismo, en caso de identificar algún tipo de falla o anomalía, reporta una alarma para que pueda ser atendida y debidamente resuelta por parte del contratista, esta alarma es enviada al centro de gestión y genera un escenario de reporte frente a la mesa de servicio y esto deberá ser atendido

debidamente en coherencia con los Acuerdos de Niveles de Servicio establecidos, todo esto, debe funcionar de forma automática y desatendida de parte de Transmilenio.

RF043: Si por algún motivo desconocido, el sistema de detección del vehículo de primer nivel no detecta adecuadamente el vehículo o este presenta una falla, el sistema automáticamente debe pasar al de segundo nivel y así sucesivamente con este orden de prioridad en aras de atender lo que se requiere que es la apertura de puertas. Se recuerda que en todos los casos se debe identificar el vehículo y su tipología. Este sistema también contempla la identificación del vehículo, se recuerda que el sistema de segundo nivel está asociado al sistema bus-estación (o los esquemas tecnológicos nuevos y/o adicionales que determine TRANSMILENIO S.A. en el futuro), así como el sistema de tercer nivel, pero este está centrado en la temporización de las lectoras de TAGs de las estaciones.

RF044: En el evento en que no funcionen los dos primeros sistemas, entra el sistema de tercer nivel que está basado en la detección del/los tags RFID (temporizado) que poseen los vehículos, toda vez que este sistema también está configurado en las estaciones en el caso de que el sistema bus estación no funcione adecuadamente. De cualquier modo, el sistema complementario basado en sensores deberá garantizar la apertura de las puertas de las estaciones siempre que haya la presencia de un bus frente a una parada de alguna estación.

RF045: En caso de que los sistemas de primer, segundo y tercer nivel presenten algún inconveniente, el sistema habilita de manera automática (siempre y cuando sea detectado el bus) el botón de apertura local dispuesto en cada una de las puertas, para que este sea obturado desde el interior de la estación, y se den origen los procesos de apertura y cierre de puertas

RF046: El sistema de sensórica está en la capacidad de atender cambios de funcionalidad u operatividad, configuración y/o Desarrollos de software asociados que le sean solicitados por TRANSMILENIO S.A. de acuerdo con sus análisis, sin que esto represente costos adicionales para la Entidad, esto requerirá que el contratista incorpore este aspecto en su matriz de riesgos para que sean alineados requerimientos adicionales que se pueden presentar.

RF047: El sistema de sensores necesarios y desplegados en las estaciones asignadas tienen su integración con el equipo ITS y generar sus eventos asociados y envió al CDEG. Los eventos iniciales para configurar corresponden, como mínimo a:

- Evento de bus presente.
- falla de sensor.
- apertura/cierre por tiempo,
- apertura/cierre por habilitación de botón local

**Nota:** TRANSMILENIO S.A. estará en la potestad de hacer la solicitud de requerimientos funcionales necesarios para ajustar la operación o funcionalidad de componentes del sistema ITS de puertas, integración de funcionalidades y elementos, desarrollo, inclusión de eventos y alarmas o sin costo para TRANSMILENIO S.A. durante la vigencia del contrato. Si se llegasen a generar datos que estén el conjunto de falsos positivos (clasificación otorgada por Transmilenio a datos que no se corresponden con la realidad) y que esto sea identificado por el personal del centro de gestión, el contratista deberá atender este requerimiento inmediatamente sea notificado por este hecho.

**REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES DEL SISTEMA DE SENSORICA Y/O SOUCIÓN ALTERNATIVA INSTALADA EN LA ESTACIÓN. (únicamente en las estaciones donde aplique)**

RNF001: El contratista debe actualizar todos los documentos, manuales, diseños, diagramas eléctricos y electrónicos de conexiones, arquitectura, códigos fuente de los desarrollos que lleve a cabo, para que TRANSMILENIO S.A. pueda hacer uso irrestricto de acuerdo con sus necesidades en el futuro

RNF002: El sistema de sensorica instalado en las estaciones de TRANSMILENIO S.A, cuenta con especificaciones técnicas de protección que garantizan su vida útil y ambiente operacional tales como: grado de protección mínimo de IP67, aseguramiento y no exposición que mitiga situaciones de hurto y vandalismo, su instalación es adecuada a la infraestructura de la estación donde se asegura su correcta fijación.

RNF003: El botón local de las puertas cuenta con indicador lumínico integrado, que permite a los usuarios y/o actores de TRANSMILENIO S.A. conocer el momento en este se encuentra habilitado para su obturación, dando cumplimiento a los escenarios definidos en los requerimientos funcionales y generando un mensaje de audio al respecto que ayude al usuario a operacionalizar la situación.

RNF004: Se deben realizar las actividades de limpieza, validación operativa y puesta en operación del todo el sistema de sensoria como parte del plan de mantenimiento y operación, al igual que el remplazo, ajuste, configuración y/o integración necesaria para garantizar su correcto funcionamiento.

RNF005: La solución de primer nivel referida en los requerimientos del sistema de sensórica, son parte integral de toda la solución de ITS del contratista (incluyendo alimentación y respaldo eléctrico), y le serán aplicables los requerimientos referentes a mantenimiento, stock de repuestos y niveles de servicio a suscribir en este contrato.

RNF006: Todos los elementos tecnológicos a lugar, para el desarrollo e implementación de ITS están incorporados dentro la interfaz hardware/software dispuesto para la operación de las puertas automáticas, así mismo establecen comunicación con la pasarela inteligente para el envío de eventos hacia el Centro de Gestión.

RNF007: Si por algún motivo externo a la entidad se llegase a afectar el sistema de primer nivel, es decir, el basado en sensórica, el contratista deberá contar con stock de repuestos necesarios para siempre mantener el sistema de primer nivel. Es potestativo del contratista asegurar sus equipos en el exterior de las estaciones de forma que estos siempre estén en constante funcionamiento.

RNF008: En caso de mantenimiento de las soluciones aquí expuestas se recuerda que la entidad sigue la metodología en V para este fin, por lo que se requerirá presentar un plan de mantenimiento adecuado para atender lo que requiere el sistema o toda su arquitectura funcional a lugar.

Los requerimientos del sistema de sensórica o solución alternativa también deberán ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

### **Requerimientos no funcionales**

- Confiabilidad

RNFS001: La(s) interfaz(es) hardware/software cuenta con un tiempo medio entre fallas (MTBF) igual o superior (40.000) horas.

- Usabilidad

RNFS003: La(s) interfaz(es) hardware/software opera de forma automática sin intervención humana.

- Disponibilidad

RNFS004: La(s) interfaz(es) hardware/software tienen una disponibilidad diaria de al menos el noventa y nueve por ciento (99%) durante el tiempo de operación.

Los requerimientos no funcionales también deberán ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca en su plan de O&M propuesto.

### **Red Local y Dispositivos activos de red**

En el ámbito del despliegue de la solución del SIGMP considera los esquemas de red a lugar que permiten que su arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) de puertas de una estación se adecua de la mejor forma posible en las estaciones. Para ello, cuenta con el despliegue de ductería (ver el Anexo No. 1 Instalaciones Eléctricas) En todo caso, de ser necesario una implementación, será obligación del contratista el suministro e instalación de ductería requeridas para el despliegue de la solución, independiente de las particularidades físicas, tamaño, cantidad de vagones, o de infraestructura de cada estación previa validación y aprobación por parte del Ente Gestor.

Los requerimientos de red local y dispositivos activos de red también deberán ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

### **Pasarela Inteligente**

La pasarela inteligente es el elemento de articulación hacia el Sistema Inteligente de Gestión y Monitorización de Puertas (SIGMP), cuya funcionalidad principal es el intercambio de información entre la estación (incluyendo todas sus puertas considerando también el/los sistemas(s) bus-estación) y el Centro de Gestión del Ente Gestor.

En este sentido, la pasarela inteligente sigue todos los parámetros en términos de diccionarios de datos que establezca el Ente Gestor, así como sus lineamientos y recomendaciones.

**Nota:** El detalle de la trama y su documentación técnica es entregado por parte del Ente Gestor con el acta de inicio; no obstante, el Ente Gestor podrá redefinir/modificar/incorporar la trama de datos, en especial, si hay nuevos elementos en el momento que lo considere el Ente Gestor, siendo de obligatorio cumplimiento los ajustes y desarrollos pertinentes por parte del Contratista sin costo alguno para El Ente Gestor. Se resalta que el anexo de trama se articula al esquema de servicios y debe ser posible la incorporación de nuevos campos y el manejo homogéneo del diccionario de datos.

A continuación, se presentan los requerimientos funcionales y no funcionales de la Pasarela Inteligente que deberán ser objeto de seguimiento y control dentro de las actividades que el contratista establezca dentro del plan de O&M.

### **Requerimientos funcionales**

RF001: la pasarela inteligente es un dispositivo electrónico que toma ventaja del esquema de computación embebida, es capaz de manejar un sistema operativo que permite la gestión de sus recursos y tiene la capacidad de contar con interfaces de transmisión de datos tipo ethernet, wifi,

bluetooth, entre otros. Adicionalmente, este dispositivo permite ser alcanzado vía SSH para que pueda ser autogestionado en caso de que haya lugar.

RF002: La pasarela inteligente cuenta con un identificador único dentro del sistema integrado de transporte público en concordancia con los lineamientos del Ente Gestor.

RF003: Cada estación incluye mínimo una pasarela inteligente, en función del tamaño de la estación en cuanto al número de vagones y en concordancia con la arquitectura de solución integral dispuesta para la estación. Se tomó ventaja de la red LAN que posee la estación para el envío de la información a lugar en función de su solución. La Pasarela Inteligente genera un escenario de monitorización para determinar su conectividad con el Centro de gestión.

RF004: La pasarela inteligente es un dispositivo capaz de manejar un sistema operativo de código abierto para la gestión y monitorización de sus procesos, puertos, servicios, acceso mediante consola y accesos tipo SSH. En adición a lo anterior el sistema operativo tiene los recursos necesarios para gestionar la seguridad de la información.

RF005: La pasarela inteligente cuenta con una interfaz, la cual permite intercambio de información con el(los) sistema(s) bus-estación en concordancia con los protocolos y diccionarios de datos que suministrará el ente gestor para que el entendimiento entre ambos sea posible. Este sistema es integrado a través de la red LAN dispuesta para cada vagón de la estación en concordancia con lo que determine el ente gestor y asegurando el correcto funcionamiento de apertura y cierre de las puertas en sincronización a la llegada y salida del bus.

Esta interfaz con el(los) sistema(s) bus-estación, envía la información suficiente para determinar la presencia del y/o los TAGS instalados en el vehículo, una vez se vaya aproximando el bus a su punto de parada. En adición a lo anterior, también debe determinar si el vehículo presentó enlace con el sistema RFID a 2.4GHz. Esta data será enviada al Centro de Gestión en atención al diccionario de datos definido por el Ente Gestor.

RF006: La pasarela inteligente cuenta con una infraestructura de hardware suficiente en términos de memoria y almacenamiento para articular los procesos que se realicen en este dispositivo. Cuenta con un procesador suficiente para llevar los diversos cálculos o procesos que se requieran

de forma paralela, incluye, por ejemplo, la atención incluso de múltiples hilos, al momento de realizar procesos paralelos. Igualmente, este procesador debe en paralelo, atender otras funcionalidades y tiene la capacidad de manejar interrupciones por hardware (u otro esquema) donde sea posible atender otras necesidades. El contratista deberá asegurar el almacenamiento de los eventos generados por todas las puertas de cada estación por un mínimo de 2 meses de forma local.

RF007: La pasarela inteligente ofrece un esquema de conectividad con la(s) interfaz(es) hardware/software en esquema de red local del tipo TCP/IP, en articulación con la arquitectura de solución integral. La pasarela solo recibe un único cable de red ethernet para la articulación de la información de la estación, no obstante, esta debe tener varios puertos Ethernet para lo que sea requerido.

RF008: La pasarela inteligente cuenta con una interfaz de red ethernet tipo IEEE 802.3ab y manejo de velocidades de 10/100/1000 incorporando manejo de esquemas de dual stack IPV4/IPV6 en cuanto al protocolo TCP/IP.

RF009: La pasarela inteligente se acopla a esquemas de ISO 20922 para que sea capaz de utilizar protocolos como MQTT y sea posible la integración e intercambio de información (Incluyendo esquema REST) desde las estaciones hacia el centro de gestión y viceversa, todo esto, siguiendo los esquemas de diccionario de datos (JSON) que se presenten por parte del Ente Gestor.

RF010: La pasarela inteligente es capaz de capturar los datos provenientes de (los) sistema Bus-Estación y articularlos en función de los diccionarios de datos definidos por el Centro de Gestión. Lo anterior a través de una consulta automática generada por la pasarela inteligente y enviada hacia el (los) sistemas Bus-Estación. Esta consulta es ejecutada en atención a la frecuencia que el Ente Gestor defina a través de la trama de parametrización enviada a la pasarela inteligente desde el Centro de Gestión.

RF011: La pasarela inteligente es capaz de capturar todos los eventos relacionados con los estados de las puertas a través de los datos enviados por la(s) interfaz(es) hardware/software Lo anterior,

debe seguir el diccionario de datos en cuanto a eventos y alarmas definidos por el Centro de Gestión.

RF012: La pasarela inteligente cuenta con la implementación y función necesaria para parametrizar los rangos, alarmas y eventos del Sistema Inteligente de Gestión y Monitorización de Puertas, a partir de la información recibida por parte del Centro de Gestión del Ente Gestor el cual ha considerado las características técnicas de las diferentes soluciones que existen actualmente en el mercado. Esta parametrización es tenida cuenta por la(s) interfaz(es) hardware/software, de tal manera que, las puertas atiendan las variables de parametrización.

**Nota:** La información a lugar podrá ser analizada por el ente gestor y el Contratista para generar una alineación clara frente a las necesidades que estipule el ente gestor en cuanto a la parametrización de las variables de las puertas (rangos de variables). En este sentido, es obligación del contratista, mantener durante la vigencia del contrato e incluso integrar planes de mejora, que permitan un alto nivel de calidad de los datos de los eventos.

RF013: La pasarela inteligente envía datos o información mediante la interfaz local tipo TCP/IP a la(s) interfaz(es) hardware/software o en su defecto hacia el esquema de arquitectura de solución desplegado para la estación y donde se posibilita la gestión remota para cada una de las puertas de la estación. Es necesario tener presente que la pasarela inteligente permite un esquema de auditoría a través de la presentación adecuada de logs, mediante los cuales, entre otros, se puedan realizar actividades encaminadas a la detección de fallas/errores, facilitando así un diagnóstico oportuno.

RF014: La pasarela inteligente en términos de escalabilidad ofrece un esquema de puertos de propósito general (GPIO) de entrada/salida que son configurables en esquema lectura y escritura

RF015: La pasarela inteligente tiene un sistema de almacenamiento y descarga de datos en local, al menos lo referente a monitorización, gestión, alarmas y eventos, incluyendo los datos del sistema Bus-Estación, como mínimo para 30 días de operación, por lo tanto, el sistema de almacenamiento puede soportar esta cantidad de información, incluso por temas de intermitencia en la red de comunicaciones. La descarga de estos datos está regulada en atención

a las políticas de seguridad de la información y demás protocolos o esquemas de custodia definidos por el Ente Gestor.

RF016: La pasarela inteligente que se incorpore tiene la posibilidad de manejar dual Stack, es decir, IPv4/IPv6, y tener capacidades para manejar gran gama de protocolos como HTTP, HTTPS, MQTT, SSL, TLS, QoS, FTP, SFTP, SMTP, SNMP, DNS, NTP, TCP, UDP, IGMP, DHCP, SSH, etc.

RF017: La pasarela inteligente está en la capacidad de generar esquemas de comunicaciones seguras bajo enfoques SSL/TLS, certificados y el que se determine desde el centro de gestión en aras de articular toda la solución al centro de gestión. No obstante, la comunicación entre la pasarela inteligente a la(s) interfaz(es) hardware/software incluye mecanismos que garantizan la seguridad de la información.

RF018: La pasarela inteligente al recibir los datos provenientes de la(s) interfaz(es) hardware/software, en referencia a los estados del suministro de energía eléctrica, ofrece la información sobre la(s) fuente(s) de alimentación que le suministra la energía a cada puerta en función de los diccionarios de datos, alarmas y eventos definidos por el Centro de Gestión.

RF019: La pasarela inteligente cuenta con una función para registrar los datos provenientes de la(s) interfaz(es) hardware/software, tales como alarmas y eventos, los cuales son enviados una vez ocurran al Centro de Gestión, incluyendo como mínimo la fecha-hora de su emisión, en atención a los diccionarios de datos definidos por el Centro de Gestión.

RF020: La pasarela inteligente esta sincronizada bajo la misma referencia de tiempo del Centro de Gestión y se alinea con el protocolo NTP (Network Time Protocol por su acrónimo en inglés) para ello. Esto se realiza con servidores de tiempos abiertos y confiables a través del protocolo NTP, estableciendo en el servidor como su zona horaria, la oficial para la República de Colombia

RF021: la pasarela inteligente se articula a un botón de emergencia y su accionamiento es notificado al centro de gestión una vez este se obture para que el ente gestor a través de su área de seguridad determine los procesos o procedimientos a lugar para realizar acciones en la estación (por ejemplo, abrir puertas o lo que proceda). dichas acciones son modificables en consideración con los lineamientos que disponga el Ente Gestor.

RF022: la pasarela inteligente genera una trama de inicio de operación diariamente hacia el centro de gestión que identifique cuando, por primera vez se detectó un bus en la estación (después de las 4:00 am o la hora definida por el Ente Gestor) y con ello se dará inicio a la operación de la pasarela inteligente y por ende del reporte general operativo de la estación y sus puertas, entendiendo que el inicio de operación se refiere a que se generan accionamientos de apertura de puertas en las estaciones.

RF023: la pasarela inteligente genera una “trama de fin” diariamente hacia el centro de gestión que identifica el fin de la operación en la estación, es decir, este escenario se puede configurar así:

- Cuando las puertas de la estación estén todas cerradas, en caso contrario el sistema detecta si una puerta se encuentra abierta para lo cual envía comando de cierre de puertas para el aseguramiento del fin de operación.
- No haya presencia de buses en el exterior.
- No se estén generando eventos de apertura o cierre de puertas en al menos 15 minutos.
- La franja horaria este aproximadamente sobre el horario de cierre de la estación (tipo 12:00 AM – 12:30 AM) por fin de operación.
- Las demás configuraciones que el Ente Gestor considere pertinentes

Una vez se tengan presente o se cumplan las condiciones anteriores la pasarela chequea nuevamente el estado de las puertas para determinar su operatividad y así poder generar las acciones a lugar para que todas puertas estén en correcto funcionamiento

Al fin de la operación también se emite una trama de chequeo, de esta trama se genera y con ello se da inicio a la operación de la pasarela inteligente y por ende del reporte general operativo de las estaciones y sus puertas, entendiendo que el inicio de operación se refiere a que se generan accionamientos de apertura de puertas en las estaciones.

**Nota 1:** Si por algún motivo una puerta está averiada o se averió durante el día, esto debe reportarse al Contratista en aras de que la estación esté lista para operar al otro día, en caso de no poderse resolver la falla por cualquier motivo, esa puerta deberá marcarse frente a las tramas

del centro de gestión como averiada esto en consonancia con los diccionarios de datos que defina el ente gestor.

**Nota 2:** En caso de fuerza mayor, si alguna de las condiciones anteriores para la trama de fin no se llegase a dar, el esquema arquitectural hardware/software para la estación y todas sus puertas, se genera una trama de contingencia hacia la pasarela inteligente para identificar la trama de fin de operación; la cual será marcada como generación manual hacia el centro de Gestión. Lo anterior, significa que, posiblemente pueda existir una falla en la interfaz hardware software u otra particular, y frente a estas, Este tipo de situación debe ser notificada a la mesa de ayuda y en el esquema de monitorización, así mismo, el Contratista debe aportar los soportes y la justificación de la generación de esta trama al Ente Gestor, el siguiente día hábil y debe atender las disposiciones del Ente Gestor.

**Nota 3:** En cuanto al RF022 y RF023 se aclara que el tiempo de operación de las puertas, se da con la diferencia de tiempos entre la trama fin de operación y trama de inicio de operación.

RF024: Se resalta que las tramas de inicio y tramas de fin se dan por pares una vez al día y no se debe tener diversas tramas de estas en un mismo día, si esto llegase a pasar el Contratista debe tomar todas las acciones a lugar porque esto le afectar el esquema de ANS definidos por la Entidad.

RF025: al finalizar el contrato, el ente gestor debe tener los accesos a cada pasarela inteligente de la estación con el fin de poder articular su funcionalidad en términos de transaccionalidad entre lo que considere el ente gestor. Para esto se debe entregar los manuales a lugar de esta interfaz que permitan dar continuidad al negocio, es decir, que las puertas sigan operativas.

### **Requerimientos no funcionales**

- Usabilidad

RNFS001: La pasarela inteligente está en la capacidad de operar de forma automática y sin intervención humana

- Confiabilidad

RNFS002: La pasarela inteligente tiene un MTBF igual o mayor a cuarenta mil (40.000) horas

- Disponibilidad

RNFS003: La pasarela inteligente tiene una disponibilidad diaria de al menos el noventa y nueve por ciento (99%) durante el tiempo de operación en conjunto de las tareas de apertura y cierre de las puertas bajo la demanda de los buses en las paradas de la estación.

RNFS004: La pasarela inteligente asociada a la arquitectura general de solución desplegada para la estación está instalada en una caja o gabinete anclada a la estructura de la estación, no accesible por personal no autorizado y con las debidas protecciones asociados a polvo y agua iguales a las definidas en el Anexo Técnico Principal y en el Anexo No. 1 Instalaciones Eléctricas, en términos de protección IP y de seguridad.

- Rendimiento

RNFS005: La pasarela inteligente tiene la capacidad de procesamiento para atender los requisitos especificados, así como las funciones de seguridad que haya lugar y deberá ajustarse a los esquemas contemplados por parte del Ente Gestor.

### **Especificaciones técnicas del equipo**

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas del equipo o dispositivo que debe realizar funciones de pasarela inteligente – esto se debe revisar dentro del documento de ingeniería de detalle.

ESPACIO DEJADO EN BLANCO CON EL FIN DE GARANTIZAR EL ORDEN DEL DOCUMENTO

Especificaciones	Requerimientos
CPU	<p>Unidad de procesamiento mínimo que sea capaz de realizar las operaciones generales que se articularan entre la arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación y el centro de gestión, el cual debe ser igual o superior a un procesador Intel Core i7-10610U de 8 núcleos, 12 threads a 1.8 - 4.9 GHz</p>
GPU	<p>Unidad de procesamiento de gráficos con una memoria suficiente para operaciones alternativas de visualización de entornos digitales.</p>
Memoria RAM	<p>El dispositivo que haga las veces de pasarela inteligente deberá contar con memoria suficiente para que realice las operaciones a lugar que generen todos los eventos posibles para cada una de las puertas que hacen parte de la estación. Adicionalmente, se requiere contemplar el manejo de la transaccionalidad de información con el centro de gestión dentro de ambientes seguros de conectividad</p>
Puertos USB	<p>El dispositivo debe contar con puertos USB para accesos descargar información de las puertas de manera manual, siguiendo los esquemas de seguridad a lugar para su descargue. Estos puertos pueden posibilitar interacción con otros dispositivos, pero todo esto deberá ser previamente autorizado por parte del ente gestor. Se requiere que por términos de seguridad estos puertos deben permanecer cerrados o no disponibles.</p>

<p>Entrada y Salidas de vídeo</p>	<p>El dispositivo debe ofrecer una interfaz donde sea posible conectar una pantalla para visualización de eventos y generación de pruebas a lugar que evidencien el funcionamiento local de las tramas que son enviadas desde la arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación. Es decir, en el esquema de entendimiento la pasarela debe contar con hdmi, vga, etc. o una combinación de estas.</p>
<p>Protocolos de comunicación y de red</p>	<p>HTTP, HTTPS, MQTT, SSL, TLS, QoS, FTP, SFTP, SMTP, SNMP, DNS, NTP, TCP, UDP, IGMP, DHCP, SSH, etc</p>
<p>Salidas de audio</p>	<p>La interfaz debe contar con un conector tipo Jack de 3.5 mm o que disponga de una interfaz para este fin.</p>
<p>Almacenamiento</p>	<p>La pasarela inteligente debe considerar al menos una memoria de 128GB o superior GB en almacenamiento de estado sólido</p>
<p>Conectividad de red</p>	<p>Puerto RJ-45 10/100/1000Mbps          Wi-Fi 802.11ac de doble banda 2.4 y 5Ghz          Bluetooth 5.0 BLE</p>
<p>Sistemas operativos</p>	<p>Que sea capaz de manejar sistemas operativos de código abierto.</p>
<p>Temperatura de Operación</p>	<p>-20C a 85C</p>
<p>Puerto de consola serial</p>	<p>El dispositivo deberá tener la capacidad de ser accedido por un puerto serial en caso de que la interfaz de red ethernet este ocupada.</p>

GPIO	Puertos de entrada salida de propósito general
------	--

**Nota 1:** En cuanto a la protección física de la pasarela inteligente, cuenta con gabinete con protección suficiente en términos de agua y polvo para que resguarde este equipamiento de las condiciones ambientales de las estaciones, como se definió en el numeral anterior. Adicionalmente, cuenta con una fuente de energía que proteja a los equipos de posibles fluctuaciones en el suministro de la corriente eléctrica.

**Nota 2:** Se recuerda que, en cuanto a la conectividad de red, la pasarela inteligente recibe y/o envía información: vía Ethernet del sistema bus estación, vía Ethernet de la arquitectura hardware/software desplegado, vía Ethernet desde el Centro de Gestión.

Las anteriores características técnicas de la pasarela inteligente deberán ser mantenidas por el futuro contratista adjudicado encargado de presentar su plan de O&M con el fin de garantizar el adecuado funcionamiento de las puertas deslizantes de 2 y 4 hojas y equipos complementarios (sistema ITS).

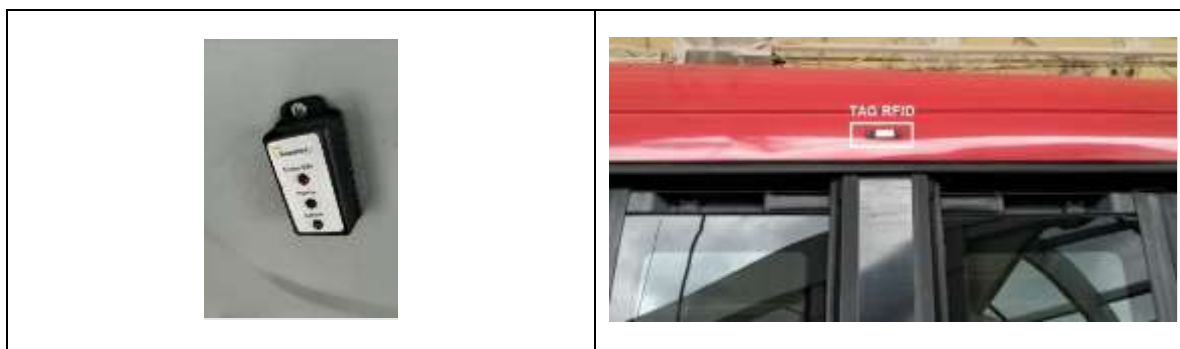
### **Requisitos de conectividad con el esquema Bus-Estación**

El (los) Contratista(s) que hagan parte del proceso de Operación y mantenimiento de la solución de puertas para las estaciones del Sistema TransMilenio deben tener en cuenta que en estos emplazamientos (las estaciones) cuentan con una serie de sistemas electrónicos que deben ser

articulados y sincronizados al nuevo sistema de gestión y monitorización de puertas. Uno de estos elementos es el llamado sistema Bus -Estación que a continuación se explica de forma general. El sistema Bus-Estación debe entenderse como una solución tecnológica que el Ente Gestor ya ha desplegado en las estaciones para articular los proyectos actuales que tiene la entidad en concordancia con la renovación de buses troncales realizada. En este sentido, se procede a destacar que actualmente el Sistema TransMilenio cuenta con un modelo de operación para la apertura y cierre de puertas en las estaciones, basado en la tecnología TAGS-RFID.

**Nota:** el Ente Gestor verificará que el sistema Bus-Estación este operativo en la estación, es decir, funcionando correctamente, para que al momento de la implementación sea viable articular esta solución hacia la pasarela inteligente. Para esto, el Contratista deberá también disponer de personal técnico que articule los resultados tanto en cada estación y sus vagones como lo que se determine por parte del Ente Gestor para este fin. Se recuerda que los datos de sistema Bus-Estación en su totalidad deben ser articulados hacia la pasarela inteligente en concordancia con los requisitos expuestos anteriormente. Para el entendimiento del Contratista, el sistema Bus-Estación está conformado por elementos en Estación y elementos a bordo de los buses así, respectivamente:

- Bus
  - Módulo Interno de Transmisión de señal hacia el módulo de parada (2.4GHz)
  - Etiquetas o tags RFID instalados en los costados de los buses



a.)Modulo Interno de comunicación con la estación a 2.4Ghz	b.)Tags RFID 902-928 MHz
--	--------------------------

**Figura 1. Sistema Bus estación – Elementos en el vehículo**

- Estación
  - Antenas RFID - UHF
  - Módulo de parada
  - Módulo Master Logger
  - Módulo LAN.

			
a. Antena RFID-UHF	b. módulo de parada	c. módulo master logger-Driver RFID	d. módulo LAN

**Figura 2. Sistema Bus estación – Elementos en la estación**

En el contexto general de funcionamiento, cuando un bus en servicio de cualquier tipología (articulado, biarticulado o dual/padrón) se posiciona correctamente en frente a la parada en la que pretende abordar/desaboardar usuarios, la Estación automáticamente lee el Tags RFID dispuesto en los vehículos, lo cual permite al dispositivo ubicado en la estación identificar en cual parada del vagón está el bus; es decir, se realiza un proceso de lectura del TAGS RFID. Posteriormente, al leer, el TAGS, se obtiene la tipología del bus, número de identificación del bus, placa del vehículo, y otros que en su momento TRANSMILENIO S.A. dará a conocer con un documento explicativo para este apartado, el cual será entregado con la firma del acta de inicio del contrato.

Adicionalmente, se aclara que el sistema Bus-Estación tiene su inicio desde el momento en que el conductor da la orden de apertura de las puertas del vehículo, es decir, en el momento de la

obtención de este botón al interior del vehículo el sistema (ver figura 1 imagen “a”), obtiene esa información y posteriormente vía comunicación inalámbrica, transmite que el vehículo ha dado la orden de apertura de puertas del vehículo y esa información se comparte al equipo ubicado en la estación llamado master logger, el cual a su vez, en conjunto con sus otros sistemas ordena el encendido de la antena RFID de la estación para la posterior lectura del TAGS RFID (ver figura 1 imagen “b”). Si los TAGS RFID es válido (entiéndase TAGS valido como una etiqueta que hace parte del Sistema TransMilenio) se accionan los contactos de apertura de las puertas de la estación dependiendo de la tipología del bus. Se recuerda que el Contratista deberá implementar una señal luminosa que sea visible al usuario. Esto último, deberá articularse con el requisito de la interfaz hardware software RF015 (asociado a los mensajes que debe emitir el sistema).

Paralelamente al realizar toda esta operación, en la estación está ubicado también el módulo LAN (ver figura 2 imagen d) el cual recopila y registra toda la información sobre cada parada del(los) vehículo(s).

Por último, se requiere destacar que una vez se termina el proceso de ingreso y/o salida de pasajeros, el conductor cierra las puertas del bus y con la ausencia de la señal del TAGS RFID se cierran las puertas de la estación en articulación con los esquemas de temporización descritos en el RF028 de la interfaz hardware/software.

Se aclara que los requisitos de conectividad del sistema Bus-Estación deberán ser objeto de seguimiento y control por el futuro contratista adjudicado encargado de presentar su plan de O&M con el fin de garantizar el adecuado funcionamiento de las puertas deslizantes de 2 y 4 hojas y equipos complementarios (sistema ITS).

**Nota:** Sin perjuicio de lo anterior, TRANSMILENIO S.A. podrá integrar en el futuro esquemas de identificación de flota adicionales al sistema Bus-Estación existente. En tal sentido, el contratista deberá realizar a su costo y riesgo la articulación lógica y física a los nuevos o adicionales sistemas de identificación de flota que determine el Ente Gestor.

### **Requisitos Transversales**

RF001: El Contratista en conjunto con sus aliados tecnológicos en el caso de que haya lugar deberá contar con un stock de repuestos suficiente para garantizar que el SIGMP, esté debidamente cubierto en caso de que falle alguno de sus elementos ya sea en cuanto a la interfaz hardware/software o algo presente en su arquitectura de solución desplegada para la estación. Adicionalmente, este también debe tener en cuenta el stock de repuestos para la pasarela inteligente y estar en la disposición de solucionar las fallas a lugar que se puedan presentar.

En este sentido en caso de requerirse alguna acción frente a las fallas a lugar, se requerirá que el Contratista esté en la disposición de reemplazar, arreglar o instalar lo que sea requerido para mantener la operación y funcionamiento correcto de las puertas con su articulación al centro de gestión, dando cumplimiento al acuerdo de niveles de servicio.

RF002: El Contratista debe estimar el stock de repuestos a lugar en cuanto a la solución del SIGMP, este documento deberá ser entregado al ente gestor una vez se entregue el PMI (plan maestro de implementación) en consonancia con la metodología en V del proyecto y, asimismo, este stock de repuestos podrá ser verificable por el ente gestor o por quien este determine de forma discrecional.

RF004: El Contratista deberá garantizar el funcionamiento del esquema de red que actualmente está operando para la articulación con todas las puertas de una estación y como esta se relaciona con el sistema Bus-Estación para llevar la información de ambos sistemas a la pasarela inteligente. Adicionalmente, para tal caso, el Contratista también deberá garantizar el número de equipos necesarios para su arquitectura de solución y en concordancia con el ente gestor, debe articular también el sistema Bus-Estación.

RF005: La(s) interfaz(es) hardware/software requiere tener un esquema de monitorización alineado a los requisitos anteriores en cuanto a las alertas y alarmas generadas. Adicionalmente, el Contratista debe considerar que, en el momento de entrada en operación del sistema, la estación a través de la pasarela inteligentes capaz de reportar su estado de funcionamiento correcto antes de la entrada en operación del sistema. Igualmente, sabiendo que el esquema de monitorización de las estaciones es recurrente y por demanda, los eventos y alarmas asociados

se reportan según lo dispuesto en los requisitos anteriores. Este mismo diagnóstico se realiza por estación una vez se genere el fin de la operación y así obtener el estado de la estación para tomar acciones a lugar en caso de que sea requerido. En este sentido, la pasarela inteligente reporta una trama inicial y final que es marcada de esta forma (trama de inicio o trama de fin) todo esto, al momento de la entrada en operación de la estación y al momento de su salida de operación, asimismo, envía la fecha y la hora de estas tramas para temas de indicadores a lugar.

RF006: El Contratista deberá tener en cuenta que las estaciones son objeto de operaciones de lavado con agua a presión, por tanto, debe dar a la pasarela inteligente la protección necesaria para que soporte dicha condición.

RF007: En el caso de las terminaciones de contrato, el Contratista con un tiempo no menor a tres meses antes de finalizar el contrato deberá entregar al ente gestor toda la documentación y capacitación a lugar del funcionamiento de la solución incluyendo usuarios y contraseñas a lugar de todo lo referente a la arquitectura de solución de las puertas de las estaciones e incluyendo lo mismo para todos sus elementos (interfaz hardware/software, interfaz táctil, pasarelas inteligentes, etc.).

RF008: En cuanto a la interfaz local y táctil de la estación o del vagón según sea el caso, se cuenta por parte de Transmilenio con el esquema de enrolamiento de usuarios para lo que este determine, esto para las actividades de mantenimiento a lugar. De hecho, Transmilenio podrá dar estos usuarios a quien este determine.

RF009: El Contratista debe acompañar el proceso de entrega de esta aplicación y dejar los APKs respectivos para que a posteriori el ente gestor pueda entregarlo a quien proceda, para realizar las labores a lugar.

RF010: En aras que el Contratista obtenga la información que aglutina la pasarela inteligente para todos sus procesos de monitorización y gestión, control o lo que proceda perteneciente a la estación; la pasarela inteligente tiene un canal adicional a parte y con la capacidad suficiente que permite enviar esta información por un canal seguro e independiente para el lugar que disponga el Contratista donde recibirá los datos, es decir, en el canal adyacente se debe crear un endpoint

para que envíe la información por MQTT siguiendo las mismas directrices que determine el centro de gestión para este fin.

Todos los requisitos transversales mencionados anteriormente deben ser mantenidos por el futuro contratista adjudicado encargado de presentar su plan de O&M con el fin de garantizar el adecuado funcionamiento de las puertas deslizantes de 2 y 4 hojas y equipos complementarios (sistema ITS)

En este sentido, la información de toda la estación o estaciones a cargo del Contratista, en términos de monitorización o gestión o lo que proceda, se recibirán de su parte por este medio. Se destaca que esta información debe ser articulada a la solución de mesa de ayuda que el concesionario disponga para los fines pertinentes en cuanto a mantenimientos, fallas o lo que proceda en consonancia con los sucesos que puedan presentarse a lo largo de la operación de las puertas en las estaciones.

Se precisa entonces resaltar que TRANSMILENIO S.A. ya cuenta con un centro de gestión desplegado en la nube del cual pueden tomar ventaja los Contratistas con el fin de poder tener la misma información de cada una de las estaciones y para esto el ente gestor ofrecerá una aplicación que reúne los elementos de monitorización a lugar (alarmas, eventos). Se aclara por parte del ente gestor que la información es de carácter gratuito para el Contratista, pero, los costos de infraestructura, software y comunicaciones deberán ser acordados entre los actores estratégicos en mención mediante un elemento de acuerdo o convenio que se suscite para este fin.

Adicionalmente, se requerirá que para el caso del acuerdo o convenio a lugar entre los actores estratégicos se sigan las directrices del ente gestor para la compartición de datos.

RF011: En caso de falla de alguno de los elementos considerados en este anexo y que hacen parte de la propuesta arquitectural de solución para las estaciones, incluyendo la interfaz hardware/software de cada una de las puertas o paradas, el Contratista debe corregir de manera

inmediata el fallo presentando también un informe de lo acontecido y su propuesta de plan de acción para futuras ocasiones.

### **Requisitos Seguridad de la Información y versionamiento del protocolo IP**

A continuación, se presentan los controles de seguridad que debe mantener el Contratista a través del plan de O&M que proponga y que se encuentran alineados con algunos objetivos de control de la norma técnica estándar ISO/IEC 27002:2013.

- Autenticación

CSIG001: Asegurar que todas las conexiones internas y externas (para usuarios y Centro de Gestión) se realicen a través de una forma adecuada de autenticación y asegurar que este control no se pueda evadir.

CSIG002: Validar la identidad de los usuarios a través de los mecanismos de autenticación de identidad provistos por el sistema.

CSIG003: Mantener el túnel cifrado en dos vías entre el Centro de Gestión y la pasarela inteligente utilizando certificados digitales de una entidad certificadora (CA) administrada por el Centro de Gestión.

- Autorización para El SIGMP

CSIG004: Autorización limitada a los roles y configuración en el sistema esto es definido por parte de Transmilenio.

CSIG005: Asegurar que en el sistema se hayan definido claramente los tipos de usuarios (roles) y los privilegios (políticas de acceso).

CSIG006: Asegurar que se apliquen los principios de diseño del mínimo privilegio en la operación del sistema.

CSIG007: Asegurar que los mecanismos de autorización trabajen correctamente, fallan de forma segura (manteniendo el esquema de seguridad) y no puedan ser evadidos.

CSIG008: Asegurar que la autorización sea validada en cada petición y/o transacción.

CSIG009: Asegurar que la aplicación en el móvil enfocada en los mantenimientos de las puertas tenga elementos Single Sign-On para autenticar a los usuarios que operen las labores en este aspecto. Se recuerda que la interfaz bluetooth-wifi o una combinación de estas, debe permanecer apagada y solo es en el momento de hacer el mantenimiento que esta debe encenderse, esto debe tenerlo en cuenta el Contratista para que realice este proceso. Se recuerda que el manejo de claves de esta aplicación es total responsabilidad del Contratista.

- Criptografía

CSIG009: Asegurar que no se transmita información crítica o que debe ser protegida, de forma clara o en texto plano, ni interna ni externamente del Centro de Gestión ni del SIGMP y que la opción SecureFlag se encuentre fijada para evitar transmisiones accidentales de forma no segura. En las conexiones o transmisiones SSL/TLS implementar y permitir únicamente TLS (Transport Layer Security).

CSIG010: Asegurar que el sistema implemente algoritmos o métodos criptográficamente seguros de fuente abierta y ampliamente aceptados, no algoritmos criptográficos propios.

CSIG011: Mantener las llaves criptográficas separando la función o uso de cada una de ellas.

- Requisitos Adopción de IPv6

RNFS001: la pasarela inteligente mantiene las políticas de Ipv6 que se han definido por TRANSMILENIO S.A en el marco del cumplimiento de la Política de Gobierno Digital, establecida por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, así como lo exigido en la normatividad del Gobierno Nacional como la Circular 002 (6 de julio de 2011), Decreto 1078 de 2015 y la Resolución 2710 de octubre de 2017.

#### Política de adopción de Ipv6 TRANSMILENIO S.A

La EMPRESA DE TRANSPORTE DEL TERCER MILENIO – TRANSMILENIO S.A, se compromete a implementar, mantener y asegurar la disponibilidad de la red y acceso a la información a través de la implementación del mecanismo de transición doble pila entre Ipv4 e Ipv6, además de

asegurar la implementación de controles de seguridad en Ipv6, la gestión de riesgos y vulnerabilidades técnicas asociadas a la infraestructura en doble pila (Ipv4 e Ipv6), adquisición de recursos de TI compatibles con IPv6 y las consideraciones de seguridad para el proceso de coexistencia y transición a Ipv6 proporcionadas por el MinTIC en su Modelo de Seguridad y Privacidad de la Información (MSPI). Por lo anterior, todo equipo, software o servicio que sea adquirido por la Entidad deberá cumplir a cabalidad con el protocolo Ipv6, Ipv6 Ready e Ipv6 Web. RNFS002: la pasarela inteligente debe mantener totalmente su compatibilidad con el protocolo Ipv6. De igual forma, los equipos, software o servicio que suministre el Contratista (en caso de que ocurriera) también debe incluir las evidencias de su respectivo cumplimiento con Ipv6 Ready e Ipv6 Web. Sin embargo, si no se cumple con Ipv6 Ready e Ipv6 Web, entonces el Contratista debe entregar la certificación formal de que el equipo, software o servicio cumple a cabalidad con el protocolo Ipv6 tanto de modo nativo como en doble pila. Esto incluye todos los RFCs de Ipv6 que son utilizados por el equipo para funcionar en modo nativo y dual stack, así como el licenciamiento respectivo que se requiera para poder activar dichas configuraciones.

RNFS003: la pasarela inteligente puede ser configurada en modalidad de Doble Pila (Dual Stack). Esto significa que el equipo, software o servicio puede configurarse simultáneamente con una o más direcciones Ipv4 y con una o más direcciones Ipv6. De igual forma, aunque este equipo, software o servicio pueda configurarse con estas dos versiones de protocolo, el servicio prestado por el equipo, software o servicio opera tanto por el protocolo Ipv4 de forma independiente (nativa Ipv4) como por el protocolo Ipv6 independientemente (nativa Ipv6).

#### **Comunicaciones con el centro de gestión.**

El Ente Gestor destaca que la solución tecnológica de comunicaciones hacia el centro de gestión, es decir, el canal de internet es provisto de acuerdo con lo definido por la Entidad manteniendo con conectividad cada estación dentro del proyecto de operación y mantenimiento, no obstante ante el evento de falla de conectividad a lo largo de la duración del contrato, el contratista debe contar con un plan de contingencia de conectividad (dispositivo TX/RX de información ) que asegure el envío de las tramas, monitorización y gestión de las puertas al centro de gestión. El

tiempo estimado para el plazo de soporte de esta contingencia es de máximo 2190 horas a partir de la notificación de falla de conectividad por parte del contratista a TRANSMILENIO S.A. o quien este designe.

El centro de gestión en conjunto con el Ente Gestor, compartirán los diccionarios de datos necesarios para que conozcan tanto la información del sistema Bus-Estación como el de las propias puertas instalado por el Contratista bajo enfoques tipo REST y protocolo MQTT y HTTPS con sus respectivos certificados.

### **Fichas Técnicas**

Todos aquellos dispositivos que conforman la solución de manera integral del sistema ITS del SIGMP que sufran algún tipo de daño o cumplimiento de su vida útil, o que por razones de mantenimiento preventivo y/o correctivo deban ser reemplazados durante la vigencia del contrato de O&M deben cumplir en igual o mejor proporción con los elementos actuales. Así mismo, se deberá actualizar toda la documentación y fichas técnicas de los nuevos elementos.

Los elementos que sean objeto de reemplazo por parte del contratista deberán ser evaluados técnica y económicamente por parte de TRANSMILENIO S.A. y/o quien este designe para tal fin, para su aprobación.

### **Garantía**

Todos aquellos dispositivos que conforman la solución de manera integral del sistema ITS del SIGMP que sufran algún tipo de daño o cumplimiento de su vida útil, o que por razones de mantenimiento preventivo y/o correctivo deban ser reemplazados durante la vigencia del contrato de O&M deben tener cubrimiento de garantía mínima de 2 años, y se debe allegar toda la documentación pertinente.

En caso de que algún equipo presente averías o fallas, o algún incidente particular asociado a los equipos o que, en el esquema arquitectural de solución de puertas a desplegar para cada estación, se presente algo no determinado que cause que el sistema no funcione correctamente,

el Contratista deberá generar, a cuenta propia, todas las acciones correctivas a lugar que lleve a su funcionamiento adecuado.

### **Políticas de Mantenimiento**

El Contratista debe efectuar, de manera programada y periódica, el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo a los equipos y dispositivos del SIGMP bajo su responsabilidad, costo y riesgo. Así mismo, deberá presentar anualmente al Ente Gestor o a quien este determine, con dos (2) meses de anticipación a su ejecución, los programas y planes de mantenimiento preventivo que efectuará durante el año siguiente, detallando el programa de ejecución, de tal forma se puedan programar los mantenimientos con antelación.

### **Programación**

Se debe establecer y seguir un programa de mantenimiento formal y aprobado para salvaguardar los recursos invertidos en los equipos y optimizar el retorno de dicha inversión a lo largo de las estaciones. El propósito de este procedimiento es establecer los estándares y lineamientos que deben ser seguidos para mantener el sistema de forma operativa y correcta. Esto deberá ser aportado por parte del Contratista y evaluado por el ente gestor.

### **Condiciones**

Asimismo, el Contratista deberá informar al Ente Gestor en cualquier caso cualquier irregularidad o novedad que se presente o rodee al SIGMP en aras de no poner en riesgo la estabilidad de los equipos desplegados. Adicionalmente, el Contratista, deberá bajo su responsabilidad, costo y riesgo, realizar de manera permanente, el seguimiento sobre el cumplimiento de los planes y programas de mantenimiento presentados al ente gestor e igualmente verificar el estado y la funcionalidad de los componentes del SIGMP.

### **Conformidad**

Todo el equipamiento de las estaciones debe ser mantenido en conformidad con las recomendaciones y procedimientos establecidos por los fabricantes OEM (Original Equipment Manufacturer), las prácticas estándar de la industria generalmente aceptadas y, de manera consistente con la seguridad, la confiabilidad y la operación.

### **Prácticas y Estándares**

Se deben seguir prácticas y estándares de mantenimiento apropiados para asegurar la confiabilidad y seguridad de las estaciones del sistema

### **Mantenimiento preventivo**

Con el propósito de extender la vida en servicio de los equipos, mejorar la disponibilidad y confiabilidad, reducir la necesidad de reparaciones mayores y gastos de reemplazo, se deben incluir los siguientes componentes de los servicios de mantenimiento preventivo (se presentan de forma indicativa):

- La inspección y reparación realizada en los intervalos de tiempo predeterminados
- Servicios de limpieza, lubricación, calibración y mantenimiento realizado en los intervalos de tiempo predeterminados.
- El Ente Gestor y el área directiva del Contratista deben garantizar su compromiso con el cumplimiento de estos procedimientos.
- Los supervisores de los lugares externos de mantenimiento, los ingenieros y personal a lugar deben cumplir los estándares, procedimientos y frecuencia de los mantenimientos preventivos.
- Los mantenimientos preventivos deberán realizarse en los horarios en que las estaciones no se encuentran en servicio, salvo lo que indique el ente gestor en atención a la operación del sistema.
- Las tareas realizadas, la duración y el alcance de los mantenimientos preventivos deberán adaptarse a los tiempos en que las estaciones no se encuentran en servicio habitualmente, en caso de que haya lugar y dependerá de la criticidad de la situación.
- Los intervalos y procedimientos de los mantenimientos preventivos deberán basarse en las recomendaciones de los fabricantes de equipo (OEM) y en las prácticas estándar de la industria.

- Se debe establecer un cronograma predeterminado de servicio e inspecciones para todas las estaciones y equipamiento disponibles.
- Cada inspección de mantenimiento preventivo consistirá en el servicio simultáneo de limpieza, lubricación, inspección de medidores, sensores e indicadores, ajustes, calibraciones y reparaciones menores.
- Las reparaciones mayores que deban realizarse y que sean descubiertos durante los mantenimientos preventivos serán documentadas y programadas con los lugares de mantenimiento si fuese el caso, a menos que se puedan reparar in-situ en la estación con los permisos a lugar de parte del ente gestor.
- La identificación de las necesidades de reparación o servicio que afecten la operación segura y confiable de una estación del sistema requerirá que este sea puesto en estado de fuera de servicio (notificable este hecho en la pasarela inteligente) hasta que el problema sea corregido, esto dependerá de lo que determine el este gestor, o simplemente, se cierre un vagón de la estación para ese caso. Si esto llegase a suceder la pasarela inteligente deberá poder notificar cualquiera de estos hechos.
- La programación de los mantenimientos preventivos debe estar relacionada con el nivel de la inspección de mantenimiento preventivo que deberá ser realizado.
- Los momentos en que se deben realizar las inspecciones estarán basados en intervalos de tiempo (minutos, horas, días, semanas, meses), ciclos del motor (ciclos), datos generados, almacenados o transmitidos (bytes, bytes por segundo) u otros indicadores que puedan ser medibles y ajustados para las necesidades específicas de los diferentes tipos de equipo que hacen parte de la solución de ITS.
- Cada una de las tareas de inspección y mantenimiento preventivo (correspondientes a un nivel de inspección) deberán ser realizadas con base en un manual, que contendrá una lista de chequeo y los procedimientos relacionados.
- Para iniciar una inspección (luego de haber sido programada) se debe tener una orden de inspección en la cual se incluirán datos de identificación de la estación, datos de identificación de

los equipos, las partes, materiales utilizados, técnicos e ingenieros encargados y las respectivas horas de labor utilizadas para realizar las tareas correspondientes.

- Las órdenes de inspección y de servicio deberán ser archivadas en las hojas de vida de cada una de las estaciones y articuladas estas operaciones en la mesa de ayuda determinada para este fin y con las evidencias fotográficas o lo que proceda a lugar.
- Solamente el personal de mantenimiento autorizado y debidamente entrenado podrá realizar las inspecciones de mantenimiento preventivo.
- Todo el equipamiento nuevo o repuestos deberá pasar por un proceso de inspección previo a la entrega y aceptación, antes de ser instalado y/o puesto en servicio. Dicha inspección deberá ser documentada en un reporte que el Ente Gestor especifique, el cual debe ser archivado y mantenido e incorporado en la mesa de ayuda con las respectivas evidencias.
- Cada grupo de equipos o equipamiento deberá tener una hoja de chequeo diseñada para cumplir con el servicio de mantenimiento y las rutinas de inspección correspondientes.
- La programación de las inspecciones de mantenimiento preventivo será responsabilidad del Contratista.
- El personal técnico con conocimientos en el ámbito de la solución integral de la estación que haya realizado las tareas de limpieza, lubricación, inspección de medidores, sensores e indicadores, ajustes, calibraciones y reparaciones menores, una vez concluido el proceso de inspección de mantenimiento preventivo, realizará las pruebas prácticas correspondientes para verificar que los ajustes realizados estén funcionando de manera adecuada y registrará los resultados en la orden de inspección.
- Las órdenes de inspección terminadas serán revisadas por quien el Contratista considere y se deberá informar al ente gestor de este hecho quien a discreción podrá revisar igualmente, todo esto debe también reportarse y chequear con el centro de gestión para verificar su operatividad correcta.

Adicional a los anteriores lineamientos, el Contratista deberá acatar y dar cumplimiento a las recomendaciones y requerimientos planteados por TRANSMILENIO S. A. con relación a los mantenimientos preventivos o por parte de quien este determine.

Sin perjuicio de lo anterior, el futuro contratista deberá tener en cuenta desde su conocimiento experto en sistemas tecnológicos de ITS, el plan de mantenimiento del SIGMP y cada uno de sus elementos. Esto deberá ser propuesto desde el punto de vista técnico, para ser evaluado y aprobado por parte del Ente Gestor o quien este designe.

#### **Lugar de mantenimiento preventivo**

Los mantenimientos preventivos deberán ser realizados en las estaciones del sistema TransMilenio con personal idóneo y autorizado para esto, además de estar equipado con los elementos y materiales necesarios para poder realizar los procedimientos correspondientes.

#### **Modificaciones**

Las alteraciones o modificaciones del equipamiento requieren realizar una solicitud al Ente Gestor, la cual debe incluir el concepto técnico, jurídico y financiero, para obtener la aprobación o negativa escrita o negativa por parte del Contratista.

#### **Análisis técnico**

Los análisis técnicos del equipamiento desplegado en la estación, asociados a la arquitectura integral de la solución de puertas serán utilizados de manera acorde con las prácticas estándar de la industria.

**Aprobó: Rafael Felipe Valdez Laguado**

**Cargo: Director de TIC's**

**Dependencia: Dirección de TICs.**

**Revisó: Profesional Dirección TICs**



**Nombre:** Yanira Pedraza Galeano

**Revisó:** Contratista Dirección TICs

**Nombre:** Andres Camilo Galeano

**Revisó:** Contratista Dirección TICs

**Nombre:** Diego Orozco

**Fecha de elaboración del estudio:** 12/04/2026