ANEXO No. 2 ITS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SISTEMA INTELIGENTE DE GESTIÓN Y MONITORIZACIÓN DE PUERTAS (SIGMP)

Bogotá D. C., septiembre de 2025

1.. INTRODUCCIÓN 4

2.. SISTEMA INTELIGENTE DE GESTIÓN Y MONITORIZACIÓN DE PUERTAS (SIGMP) 5

2.1. Interfaces hacia el dispositivo hardware/software que gobierna la puerta(s). 5

2.1.1. Requerimientos funcionales 6

2.1.2. Requerimientos no funcionales 20

2.2. Red Local y Dispositivos activos de red 21

2.3. Pasarela Inteligente 21

2.3.1. Requerimientos funcionales 21

2.3.2. Requerimientos no funcionales 26

2.3.4. Especificaciones técnicas del equipo 27

2.4. Requisitos de conectividad con el esquema Bus-Estación 28

2.5. Requisitos Transversales 32

2.6. Requisitos Seguridad de la información y versionamiento del protocolo IP 37

2.7. Comunicaciones con el centro de gestión. 39

3.. INGENIERÍA DE DETALLE 42

3.1. Plan Maestro de implementación 42

3.2. Fichas Técnicas 42

3.3. Garantía 43

3.4. Documentación Modelo en V 43

3.4. Concepto de Operación 44

3.5. Diseño de alto nivel 44

3.6. Diseño detallado 44

3.7. Implementación de Software y Hardware 45

3.8. Integración y verificación 46

3.9. Despliegue inicial del sistema 46

3.10. Validación 47

3.11. Operación y Mantenimiento / Cambios y Actualizaciones 47

4.. VERIFICACIÓN DEL SISTEMA 47

5.. ACUERDOS DE NIVELES DE SERVICIO (ANS) 48

5.1. Gestión de incidentes del servicio 48

5.2. Políticas de Mantenimiento 50

5.3. Supervisión o Interventoría 50

5.4. Características de la Interventoría o Supervisión 50

5.5. Capacitación y entrenamiento 50

5.6. Programación 50

5.7. Condiciones 50
5.8. Conformidad 51
5.9. Prácticas y Estándares 51
5.10. Puertas defectuosas 51
5.11. Consideraciones de despliegue 51
5.12. Mantenimiento preventivo 51
5.12.1. Frecuencias de los mantenimientos preventivos del STS. 53
5.13. Lugar de mantenimiento preventivo 53
5.14. Costos de daños de reparaciones inapropiadas 53
5.15. Reemplazo de partes 54
5.15.1. Partes originales 54
5.15.2. Reparaciones mayores 54
5.15.3. Extracción y reutilización de partes si hay lugar 54
5.16. Modificaciones 54
Análisis técnico 54
5.17. Indicadores de niveles de servicio 54
5.18. Escala de fallas 54
Entrega de los equipos en función del SIGMP 55
Glosario y Abreviaturas 55

1.. INTRODUCCIÓN

A continuación, se presentan las necesidades a ser cubiertas por parte del Contratista en materia de los sistemas de control y monitorización a ser desplegados en las puertas de las estaciones que hacen parte del sistema Transmilenio. Adicionalmente, se darán 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).

Cabe resaltar que el Contratista debe asumir esquemas de validación donde son incluyentes escenarios de: suministro de equipos, instalación, configuración, desarrollo de software y como más relevante, las pruebas individuales y conjuntas entre los distintos equipos y actores a que haya lugar, todo esto, deberá contar con planes de articulación adecuados, coherentes y medibles en atención a la operación de las puertas, con el fin de que los actores estratégicos involucrados en este proyecto cuenten con los elementos para el control del proyecto y que el ente gestor pueda verificar todo lo relacionado a la operación de las puertas de forma individual y conjunto en toda la estación, incluyendo escenarios por vagón. .

Por lo anterior, lo referente a los elementos de monitorización y control utilizados o a disponer en las puertas de las estaciones, catalogados como equipos ITS, deberán contar con esquemas de validación y pruebas de la estación frente al SIGMP con el fin de que estos, entren en servicio. Asimismo, en los procesos operativos se requiere obtener resultados individuales y resultados en conjunto ya que las puertas deberán operar en esquema de red dentro de la estación (se posibilita red industrial o ethernet industrial) por lo que interactuaran entre ellas con los otros equipos que operen de forma simultánea en la estación, en especial, con el sistema heredado que tiene Transmilenio para el arribo de buses a las estaciones (sistema bus estación), por lo tanto, se deberá evidenciar la operatividad y el funcionamiento satisfactorio de los sistemas y equipos dispuestos sobre las estaciones.

Así mismo, es importante mencionar que el SIGMP se refiere única y exclusivamente al sistema de envío y recepción de señales para la apertura y cierre de las puertas en las estaciones y demás que hagan parte del funcionamiento del sistema de puertas.

2.. SISTEMA INTELIGENTE DE GESTIÓN Y MONITORIZACIÓN 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 (en este punto se requiere contemplar el sistema bus-estación y sensorica (sistema contingente de detección)[1] descritos más adelante) 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 para el despliegue del SIGMP.

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

Como es sabido, las puertas de las estaciones del sistema Transmilenio cuentan con un solo dispositivo hardware/software (en algunos casos llamado tarjeta controladora), que puede ser microcontrolado/microprocesado 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 considerando 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) deberá atender 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, deberá articular la sincronía de apertura o cierre de puertas para un mismo vagón en los mismos tiempos. Adicionalmente se resalta que, si la solución tecnológica dispuesta emplea una única interfaz hardware/software por puerta, esta deberá articular todas las funcionalidades descritas en este documento.

En todo caso, la solución tecnológica que se vaya a disponer en cuanto a la interfaz descrita deberá permitir al ente gestor llegar a cualquiera de las puertas de la estación desde el centro de gestión independientemente del fabricante o solución de la interfaz hardware/software o lo que proceda preservando un único identificador de la puerta en la estación. Adicionalmente, debe contar con un

[1] Cuando se utilice sistema contingente de detección, se hace referencia al ítem de sensorica utilizado para la generación de estudios de mercado en los mismos términos y funcionalidades como fue requerido para tal efecto. .

escenario de monitorización y control remoto vía WEB que debe ser suministrado por el contratista para la gestión remota por parte del Ente Gestor.

Teniendo de referencia la visión del ente gestor frente al SIGMP, el Contratista deberá considerar en su solución tecnológica la(s) interfaz(ces) hardware/software a desplegar y cómo esta(s) se articula(n) con una única e independiente pasarela inteligente (descrita más adelante) que realizará las veces de Gateway frente al centro de gestión. Es importante destacar que, para el despliegue e implementación de la pasarela inteligente, el Contratista podrá apoyarse en un integrador tecnológico para su construcción teniendo de referencia los diccionarios de datos que defina el Ente Gestor y que se empleen en el centro de gestión para articular cada una de las estaciones del sistema. Se recuerda que la pasarela inteligente a disponer deberá considerar igualmente la integración y funcionamiento con el sistema Bus-estación.

Con el objetivo de articular el Sistema Inteligente de Gestión y Monitorización de Puertas, la tarjeta controladora de las puertas deberá ser capaz de atender como mínimo los siguientes requisitos:

2.1.1. Requerimientos funcionales

a. Accionamiento sobre las puertas de las estaciones

RF001: La(s) interfaz(ces) hardware/software debe implementar un esquema de control sobre las diferentes acciones que pueden tener lugar en las puertas de las estaciones, es decir, deberá tener 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 debe implementar una función que permita capturar los eventos de estados y condiciones normales y 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 defina el Ente Gestor y con calidad de datos. En cuanto a las variables a considerar se requieren como mínimo los siguientes:

a. Apertura de puerta con ID de estación y ID vehículo
b. Cierre de puerta con ID de estación y 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 deberá notificarse 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.
j. Evento desconexión RFID
k. Evento de sensorica (sistema contingente de detección) descrito en el presente documento

l. Estado Botón de apertura local y parametrización actual (Estado y tiempo)
m. Estado Botón de emergencia estados

RF003: La(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(nes) y dispuesta(s) ya sea en la(s) puerta(s) deberá poder permitir 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 debe considerar una línea TCP/IP que permita 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 que defina el Ente Gestor. Posteriormente el Contratista deberá articular esta información hacia su solución particular.

RF005: En concordancia con el RF002, se requiere que la(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(nes), en concordancia con su esquema de arquitectura de solución integral por estación, genere los eventos a lugar hacia la pasarela inteligente teniendo de referencia los diccionarios de datos que defina el ente gestor para su intercambio de información con el centro de gestión.

c. Gestión y monitorización local de las puertas de las estaciones

RF006: La(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(nes) y dispuesta(s) ya sea en la(s) puerta(s) deberá poder permitir 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 puedan realizar hacia las puertas de la estación mediante la aplicación en el móvil deberán incluir 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 deberán tener 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 la aplicación móvil debe ser multiplataforma, es decir, deben haber apk diferentes para el caso de diversidad de sistemas operativos (Android, MIU y Apple como mínimo).

RF007: El Contratista deberá entregar la aplicación móvil y su apk al Ente Gestor (quien podrá usarla de forma discrecional y con los debidos controles de seguridad) de tal manera que este la revise y pueda dar un parte final de su utilización. Esta aplicación no puede estar publicada en las apps stores usadas actualmente (Apple, MIU, Android o cualquier otra), ya que esto presenta riesgos para la seguridad de ingreso a las estaciones.

El contratista deberá suministrar los usuarios requeridos por el Ente Gestor o quien este designe para ejecutar tareas de control o supervisión. Así mismo, deberá conceder al Ente Gestor los accesos necesarios a todas las Bases de Datos de su solución ITS, en cualquier momento durante la ejecución del contrato

d. 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) debe tener la capacidad de recibir peticiones desde la pasarela inteligente que permitan 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. En la fecha de inicio de la fase II del contrato, El contratista deberá suministrar los usuarios requeridos por el Ente Gestor o quien este designe para ejecutar tareas de control, supervisión bajo un acceso WEB. 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.

RF009: Cuando se ejecute una operación de RESET desde el centro de gestión y/o acceso WEB suministrado por el contratista sobre alguna de las puertas de una estación, la pasarela inteligente deberá ejecutar una solicitud de chequeo de funcionamiento aproximadamente a los 2 minutos (tiempo que podrá ser 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 deberá reportar la puerta en avería al centro de gestión y generar al tiempo en la puerta, un accionamiento para el identificador lumínico tanto interno como externo (color a definir 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.

RF010: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación deberá poder ofrecer 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, tiempos y su correspondiente parametrización operativa.

RF011: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación debe articularse 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 deben enviar 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 y 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 deberá notificarse o incluso si es toda la estación. (estos eventos podrán ser como mínimo los siguientes) – Falla de motor, falla tarjeta controladora, baterías, polea de bloqueo, y los que se determinen durante la vigencia del contrato y sean notificados por parte de TRASMILENIO S.A.
f. Alarma de pérdida de alimentación de la red pública
g. Alarma de batería baja de UPS
h. Evento desconexión RFID
i. Evento sensorica(sistema contingente de detección) descrito más adelante
j. Alarma Puerta Abierta durante un tiempo determinado
k. Estado Botón de apertura local y parametrización actual (Estado y tiempo)
l. Estado Botón de emergencia estados

Bajo los eventos de apertura y cierre el contratista deberá garantizar lo siguiente el proceso remoto de administración del sistema Puertas automáticas

NOMBRE DEL COMANDO	REQUERIMIENTO
COMANDO DE APERTURA	TENER LA RESPUESTA DEL COMANDO ENVIADO A TRAVÉS DE UN EVENTO
COMANDO DE CIERRE	TENER LA RESPUESTA DEL COMANDO ENVIADO A TRAVÉS DE UN EVENTO
COMANDO DE REPRODUCCIÓN	TENER LA RESPUESTA DEL COMANDO ENVIADO A TRAVÉS DE UN EVENTO

Nota: la información de las alarmas deberá ser articulada también hacia los sistemas que hagan las veces de mesa de ayuda del Contratista respectivo con el ánimo de resolver en el menor tiempo posible las situaciones que se puedan presentar en función de estas.

RF012: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación debe articularse 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.

e. Apertura manual de las puertas de las estaciones

RF013: La(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(nes) deberá(n) disponer de un sistema manual que permita los accionamientos de las puertas (apertura y cierre) en las estaciones en caso de que haya lugar. Este sistema deberá poderse habilitar o deshabilitar remotamente en consonancia con lo que determine el ente gestor.

f. Rutinas de autodiagnóstico de las puertas de las estaciones

RF014: La(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(nes) y dispuesta(s) ya sea en la(s) puerta(s) deberá(n) disponer de dos tipos de rutina 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 deberá(n) recibir la(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(es) y dispuesta(s) ya sea en la(s) puerta(s) y donde mínimamente deba existir 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
- El estado de bloqueo o avería

Rutina 2: correspondiente a los esquemas de monitorización in situ que posiblemente podrían realizarse desde la propia estación. Esta rutina si debe incluir como tal un esquema de accionamiento de la puerta que pueda 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

Este evento deberá registrarse bajo su accionar directamente en las acciones o actividades que deben ser automáticas y ligadas de inicio y fin de operación ,y/o actividades y funcionalidades que sean requeridas en cualquier instante del día ,

g. 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) deberá(n)contar con un identificador único dentro de cada estación que hace parte del sistema troncal, este debe ser articulado en la solución que disponga el Contratista y será definido por el ente gestor.

RF016: En consonancia con la arquitectura de solución integral que el Contratista empleará para atender las necesidades del SIGMP para la(s) estación(es) a su cargo donde se incluyen todas las puertas que proceda, se requerirá que la(s) interfaz(ces) hardware/software desplegado(s) sea(n) capaz(ces) 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 que sea posible monitorizar o controlar cada puerta de la estación teniendo de referencia el identificador de cada puerta.

h. 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) debe ofrecer en tramas abiertas y leíbles toda la información de la puerta hacia la pasarela inteligente. Esta información debe transmitirse en concordancia con los diccionarios de datos que determine el Ente Gestor a través de su Centro de Gestión.

RF018: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación debe generar un esquema de red o algo similar que permita que, desde el centro de gestión y/o plataforma WEB suministrada por el contratista, 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.

i. Articulación con el sistema Bus-Estación

RF019: La(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(nes) y dispuesta(s) ya sea en la(s) puerta(s), parada o vagón y teniendo de referencia la arquitectura de solución integral para la estación dada por el Contratista, debe contemplar 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.

Nota: El SIGMP debe estarán en la capacidad de detectar la ausencia de señal del sistema bus estación por la no entrega de información del RFID para a la articulación del sistema de puertas automáticas, y deberá ser integrado al esquema de eventos de acuerdo con el diccionario de datos provisto por el Ente Gestor.

j. Protocolo IPV4/IPV6

RF020: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación debe posibilitar el manejo de protocolos IPv4/IPv6.

k. Reproducción de mensajes

RF021: La(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(nes) y dispuesta(s) ya sea en la(s) puerta(s), parada o vagón debe(n) estar en la capacidad de reproducir mensajes de audio digital (tipo WAV, MP3, OGG, mp4, u otro a lugar). La(s) interfaz(ces) hardware/software podría apoyarse para la reproducción de audio en un sistema externo que cuente con todos los esquemas de sinterización de audio para que todos los mensajes puedan ser desplegados a los alrededores de las puertas del sistema trocal.

RF022: Independiente de la forma técnica de cómo se difunda el audio alrededor de las puertas, este sistema debe tener al menos una capacidad mínima de 1GB para almacenamiento de los mensajes que determine el ente gestor.

RF023: Este sistema de producción de mensajes debe estar 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 deberá existir un mensaje que anuncie la apertura de las puertas para que los usuarios ingresen a la estación y/o viceversa. Una vez el vehículo cierre sus puertas deberán existir mensajes en la puerta asociados a la acción del momento de su cierre. Todos estos mensajes deberán articularse con las áreas estratégicas de la entidad.

Nota: El ente gestor podrá 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, se requiere que el Contratista disponga 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.

Nota 2: El sistema debe estar en la capacidad bajo la obturación del sistema de emergencia de reproducir una alerta y/o mensaje que indique a las personas la situación de emergencia o riesgo del momento hasta su desactivación, o bajo la discrecionalidad que determine el Ente Gestor.

l. 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.

RF025: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación debe incluir por vagón o parada un sistema de respaldo energético para la pasarela inteligente en consonancia con su arquitectura de red a lugar que disponga el Contratista en su solución, que sea capaz de sustentar al menos seis horas de trabajo en caso de ausencia del suministro eléctrico principal, de hecho, el sistema de respaldo energético debe conmutar inmediatamente haya ausencia del suministro principal y generar los eventos a lugar.

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 debe atender 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 debe llevar la(s) puerta(s) al punto de apertura total de las hojas y asegurarlas en esta posición.

m. Testigos lumínicos

RF026: La(s) interfaz(ces) hardware/software debe incorporar un testigo lumínico de tipo RGB una vez los contactos secos sean activados en el momento de cierre o apertura de la puerta.

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

RF027: La(s) interfaz(ces) hardware/software debe incorporar un módulo o funcionalidad de temporización para la acción de cierre puertas y estar articulada al mensaje audible

RF028: La(s) interfaz(ces) hardware/software debe incorporar un módulo o funcionalidad de temporización que permita 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 será 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

o. 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 debe disponer de una interfaz visual (tipo pantalla táctil) a través de la cual sea posible la administración de todo el esquema de las puertas dispuesta en las estaciones.

RF030: La interfaz visual deberá poder comunicarse en los protocolos a lugar con cada interfaz(ces) hardware/software, deberá igualmente atender 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 deberán estar apagadas para el caso de mantenimiento y esa interfaz deberá ofrecer 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. Si el Contratista toma ventaja del esquema de wifi para su arquitectura de solución en términos de comunicación entre puertas esto podrá estar en su caso, activo, pero esto deberá ser revisado por parte del Ente Gestor. Antes de su despliegue se debe contar con el aval del Ente Gestor para que la puerta a lugar entre en operación.

RF031: La interfaz visual podrá tener 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 también debe incorporar un sistema de autenticación de usuario (local y remoto) y contraseña para que sea accedida y debe contar con una definición de roles de tipo administrador, control y mantenimiento para que solo pueda ser usada por el personal autorizado. El rol de administrador y control lo debe poder tener el Ente Gestor y el Contratista debe entregar el

usuario y contraseña para este fin. En adición, esta interfaz deberá estar en capacidad de ser accesible para gestiones de control a través del mecanismo que defina el contratista. En todo caso, el acceso para las labores de control y supervisión de TRANSMILENIO S.A. desde el punto de vista de seguridad ante eventos que ocurran al interior de las estaciones deberá ser vía WEB y suministrado por el contratista.

La interfaz local y remota deberá poder visualizar y controlar todos los vagones de la estación, identificando por colores su estado de puertas,



Nota: Imagen de referencia estructura propuesta

en relación con la pasarela inteligente y su interfaz local y remota, esta deberá contar con un escenario de interfaz visual cómo se aprecia en la figura de tal forma que debe ser monitorizarle y controlable toda la estación a través de esta herramienta. Adicional a esto, Esta interfaz visual debe ser actualizada 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 deben poderse generar 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 debe seguir los escenarios de cada estado de puerta según los códigos de colores que defina el ente gestor, y adicional a esto debe poder permitir 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. En la fecha de inicio de la fase II del contrato, El contratista deberá suministrar los usuarios requeridos por el Ente Gestor o quien este designe para ejecutar tareas de control, supervisión bajo un acceso WEB. 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 local y remota deberá contar con un esquema de trazabilidad de acceso para saber quién ingreso o quien la utilizo al menos con una capacidad para tener esta información durante 2 meses. El acceso físico a esta interfaz debe ser seguro por lo que debe contar con un gabinete que disponga de una llave que será administrada por quien considere el ente gestor. El lugar de ubicación de este gabinete en la estación se requerirá determinar por el Contratista en conjunto con el ente gestor. Si para esto hay que hacer extensiones de cableado lo que proceda estará a cargo del Contratista.

Nota: esta interfaz local y remota de monitorización y gestión de las puertas podrá ser una sola si en el caso arquitectural de toda la solución para las puertas de la estación así se contemple por parte del Contratista, si no, de forma mínima deberá ser una por vagón. Por otra parte, se recuerda que la pasarela inteligente debe tener acceso completo a la monitorización, control y gestión de las puertas de forma remota a través de acceso WEB para TRANSMILENIO S.A. y debe ser posible acceder a cualquier puerta de la estación indistintamente del número de esas interfaces que se dispongan.

p. Esquemas de actualización remota

RF035: La arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación debe contemplar un esquema de actualización remota de firmware tipo OTA (Over the Air) para su rápida programación. En caso de que su solución tecnológica no contemplar este esquema (OTA), el Contratista deberá entregar la propuesta a lugar para la actualización del firmware, en un tiempo no menor a 3 días hábiles para el total de las estaciones y puertas a su cargo. Los tiempos de esta propuesta deberán estar acordes a las directrices realizadas por parte del ente gestor y este despliegue sin OTA, deberá ser asumido en términos financieros por parte del Contratista.

q. Esquema de puertos RFU

RF036: La(s) interfaz(ces) hardware/software en términos de escalabilidad debe ofrecer 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 sean configurables en esquema lectura y escritura. La cantidad para ambos, es decir, entrada o salida debe ser de 6 puertos, es decir, 6 para entrada y 6 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. Para este esquema de puertos RFU de propósito general dado que son de entrada y salida de propósito general, todos, deberán ser capaces de permitir de forma multiplexada una conexión serial de tipo RS232 o RS485 considerando los niveles de impedancia de 120 ohmios particulares para la red (RS485), en caso de que sea RS232 se requiere mantener también la impedancia característica para este puerto. Para ambos casos, se debe garantizar la transmisión de datos a velocidad configurable. Asimismo, para ambos casos, esta red permite la ampliación de las capacidades de entrada o salida de la interfaz hardware/software y facilita el acople de instrumentación adicional en caso de que sea requerido. Para el caso de los pines destinados a ser usados para un escenario de transmisión de tipo industrial RS485 se requiere que estos sean capaces de operar bajo el esquema de direccionamiento maestro /esclavo. Por lo anterior, se requiere que la interfaz hardware/software se capaz de manejar bajo firmware las transmisiones en dos vías y esta deberá poder interpretar los datos para que esta realice las acciones pertinentes que sean consideradas en coherencia con las funcionalidades expuestas para las puertas automáticas. En aras de poder probar este escenario, desde la interfaz hardware/software deberá presentarse un prototipo funcional antes de que llegase a ser instalada la puerta y que permita evidenciar esta capacidad de ampliación. Para esto último, se posibilita al contratista a incorporar un sensor externo que envíe datos vía RS485 a la interfaz y con estos datos que se realice una operación contemplando las diversas funcionalidades de la puerta. En conclusión, los escenarios

de puertos de entrada y salida deben tener la capacidad de transmisión y articulación con las funcionalidades de las puertas incluso, deben poder servir de prueba o debug para que hagan parte de escenarios de prueba. Todo lo anterior, debe incluso ser articulable hacia la pasarela inteligente, en caso de la articulación de datos.

r. **Nota**: El esquema de puertos RFU descrito en el RF036, es para uso exclusivo de soluciones tecnológicas que defina TRANSMILENIO S.A. durante la vigencia del contrato. Es decir que, el contratista no podrá hacer uso de este esquema para la implementación de su solución tecnológica de ITS del SIGMP bajo el cumplimiento del presente anexo. 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 en el caso de requerir equipos de red (switch, PLC fibra óptica, otros) en la estación, estos estarán a cargo del Contratista y deberán estar desplegados 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 (descrita más adelante). La canalización por tubería tendrá que ser una para potencia y otra independiente para datos que articule todas las conexiones de la estación en un único punto con la pasarela inteligente. Se resalta que es responsabilidad del contratista llevar a cabo todas las visitas de campo que a bien considere, para garantizar el cumplimiento de este requerimiento, en consideración del lote al cual se esté presentando. Lo anterior con el objetivo que pueda verificar las condiciones y características de cada una de las estaciones, para integrar a su plan de trabajo.

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

RF038: La(s) interfaz(ces) hardware/software deberá contemplar un elemento que permita identificar a nivel real los estados de apertura y cierre de la puerta, y no únicamente contemplar 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 puede ser abordado técnicamente por un sensor de fin de carrera), el cual, también deberá entregar 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) deben tener un elemento al inicio y al final del recorrido de la puerta, ya sea para su apertura y su cierre.

Nota: Debe existir un evento por cada de estado de las puertas.

o. Sensorica(sistema contingente de detección)

RF039: La sensorica(sistema contingente de detección)deberá estar 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 deberá ser 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 deberá contar con un nivel complementario al actual sistema Bus-estación, que bajo una señal de detección de llegada de bus, apoye 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 que detectar el vehículo.

RF041: El sistema de puertas automáticas deberá tener como base varios sistemas para detectar e identificar el vehículo siendo estos clasificados como de primer nivel, segundo nivel y tercer nivel. En el primer nivel, el oferente deberá instalar la sensorica (Sistema contingente de detección) en la estación de tal forma que se detecten las diferentes tipologías del vehículo siendo estas, articulado, biarticulado, padrón dual, articulado dual y las demás que se integren en el SITP. Para este nivel, los sensores deberán estar ubicados de tal forma que se detecte el vehículo, es decir, el sistema deberá asegurar 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 del TAG 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 el TAG RFID del vehículo logra ver el TAG, se debe proceder inmediatamente a realizar las acciones a lugar para la apertura de puerta. Por último, se requiere que frente a la trama que será enviada por los eventos del sistema de apertura de puertas se identifique cual es el nivel (1,2,3) por el cual la puerta alcanzó su estado de apertura.

RF042: Es necesario que el sistema de primer nivel cuente 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, deberá reportar una alarma para que pueda ser atendida y debidamente resuelta por parte del contratista, esta alarma deberá ser enviada al centro de gestión y deberá generarse 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 debe contemplar la identificación del vehículo, se recuerda que el sistema de segundo nivel está asociado al sistema bus-estación, 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, deberá entrar 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 deberá habilitar 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 de generen los procesos de apertura y cierre de puertas

RF046:La sensórica deberá estar en la capacidad de atender cambios de configuración asociados que le sean solicitados por TRANSMILENIO S.A. sin que esto represente costos adicionales para la Entidad. Dado que el contratista es quien dimensionará el escenario de ingeniería de la sensórica – (sistema contingente de detección) sus requisitos de integración deberán ser conciliados con el Ente Gestor para aprobar su viabilidad dentro de un marco de costos eficientes y siguiendo las directrices que establezca el Ente Gestor para que este sistema sea parte de la solución integral del SIGMP.

Esto requerirá que el oferente estime este aspecto en su oferta económica, de forma tal que se alineen a los requerimientos adicionales que se pueden presentar.

RF047: El sistema de sensores necesarios y desplegados en las estaciones asignadas deben tener 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 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. Por lo anterior, el contratista deberá conocer y analizar la novedad en un tiempo no mayor a 48 horas y generar un plan de atención para solucionar lo que proceda.

RF048: en consideración de las fases por las que atraviesa el proyecto de puertas fase I – apropiación, ajuste y/o elaboración de diseños, pruebas y mejoras, fase II- suministro e instalación, fase III-mantenimiento y soporte técnico, el contratista deberá desarrollar los ajustes y parametrizaciones pertinentes descritos en los anexos técnicos con el fin de cumplir con todos los requisitos funcionales, no funcionales y transversales para la entrega al equipo de Transmilenio. Se aclara que todos los requerimientos que se encuentren por fuera de lo establecido dentro de los anexos técnicos deberán ser concertados con Transmilenio con el fin de que sean viabilizados y permitir la operatividad del sistema de puertas automáticas.

REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES DE LA SESNORICA (SISTEMA CONTINGENTE DE DETECCIÓN)

RNF001: El contratista deberá 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: La sensorica (Sistema contingente de detección) que sea desarrollado, instalado, puesto en operación y aprobado por TRANSMILENIO S.A, deberá contar con especificaciones técnicas de protección que garanticen su vida útil y ambiente operacional tales como: grado de protección mínimo de IP67, aseguramiento y no exposición que mitigue situaciones de hurto y vandalismo, su instalación debe ser adecuada la infraestructura de la estación donde se asegure su correcta fijación.

RNF003: El botón local de las puertas deberá contar con indicador lumínico integrado, que permita 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 incluir las actividades de limpieza, validación operativa y puesta en operación de toda la sensorica (Sistema contingente de detección) como parte del plan de mantenimiento y operación del contratista, 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 de la sensorica (Sistema contingente de detección)), serán 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.

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

RNF007: la interfaz hardware/software debe contar con un esquema de puertos RFU (Request for future Use) descrito en el RF036 del anexo técnico de ITS. No obstante, se hace la claridad que el contratista no podrá hacer uso de este esquema para la implementación de su solución tecnológica de ITS ni de sensorica(Sistema contingente de detección)en virtud que es para uso exclusivo para las necesidades futuras de TRANSMILENIO S.A.

RNF008: Si por algún motivo externo a la entidad se llegase a afectar el sistema de primer nivel, es decir, el basado en la sensorica (Sistema contingente de detección), el contratista deberá contar el 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, por eso, la sensorica (Sistema contingente de detección) que sea utilizado deberá contar con los índices de protección (IP) o IPK más altos dado que estarán expuestos a un ambiente complejo (alto nivel de polvo, humedad y agua), es decir el exterior de las estaciones. Los sensores del exterior deben tener una disponibilidad del 99%.

RNF009: 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.

RNF010: El contratista debe presentar una solución estilo prototipo para validar su escenario de funcionamiento y esta no podrá ser probada en una estación, sino que deberá generar un escenario de simulación inicial que muestre a la entidad cómo funciona su solución y para ello se podrán simular algunos aspectos que deberán ser discutidos con TRANSMILENIO S.A. para generar el aval definitivo para el despliegue, pero siempre generando la apertura o cierre de puertas.

RNF011: Se requiere seguir la metodología en V de la FHWA mundialmente utilizada y reconocida en el ámbito de ITS y se requieren generar el escenario de ingeniería allí dispuesto y los documentos que aporten hacia la misma. Se recuerda que esta metodología se puede incluso articular con el escenario Scrum para algunos aspectos, en especial, los requerimientos adicionales que posiblemente se generen para poner a punto la solución de ITS, lo cual deberá ser debidamente modelado e incorporado

NOTA ACLARATORIA[2]: El contratista será responsable de determinar las cantidades de los elementos necesarios para implementar la sensorica (sistema contingente de detección) en estación para la detección e identificación de vehículos mediante sensores en cada una de las estaciones, basándose en los respectivos lotes. Además, el contratista tiene la opción de presentar una solución tecnológica alternativa, sin restricciones, siempre que esta alternativa cumpla con los mismos estándares o supere la funcionalidad requerida para la identificación de vehículos y la detección de la presencia de cualquier tipo de autobús en las paradas de la estación. Es importante destacar que cualquier solución propuesta debe alinearse con las especificaciones establecidas en el presente anexo técnico y no debe generar costos adicionales para TRANSMILENIO S.A

Esta propuesta deberá ser presentada con carácter técnico y funcional de fondo, y con tiempo suficiente, y será evaluada TRANSMILENIO S.A. o quien este designe para su respectiva aceptación o rechazo de acuerdo con sus análisis.
Sin perjuicio de lo anterior, en caso de que la interventoría en conjunto con TRANSMILENIO S.A., acepten la propuesta hecha por el contratista, será responsabilidad de este último dar estricto cumplimiento a los requerimientos establecidos en el anexo técnico de ITS en términos de funcionalidad, mantenimiento(hardware y software), stock de repuestos, protecciones, instalaciones y demás disposiciones que se mencionen en dicho documento pues hará parte integral de la solución ITS y le serán aplicables todos los alcances contractuales en el marco del SIGMP.

2.1.2. Requerimientos no funcionales

- Confiabilidad

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

- Usabilidad

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

- Disponibilidad

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

[2] La totalidad de sensores desplegados en las estaciones donde se instalen puertas automáticas se entenderá como la totalidad de elementos que conforman del sistema contingente de detección.

2.2. Red Local y Dispositivos activos de red

En el ámbito del despliegue de la solución del SIGMP este deberá considerar los esquemas de red a lugar que permitan que su arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) de puertas de una estación se adecue de la mejor forma posible en las estaciones. Para ello, deberá tener en cuenta el despliegue de ductería (ver el Anexo No. 2.1 Instalaciones Eléctricas) si así lo necesitase y se deberá analizar su despliegue y sus rutas para que los cableados no queden expuestos a la vista de las personas en las estaciones (se requiere inspección de campo). 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.

En el caso de que no se necesitase esquemas de ductería, se recuerda que el Contratista deberá presentar al ente gestor la arquitectura de su solución en aras de identificar la forma en que desplegará sobre cada estación particular su esquema de funcionamiento y para todo lo anterior, se requerirá el aval y permisos a lugar que el ente gestor disponga.

2.3. 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, se requiere resaltar que la pasarela inteligente como se describió anteriormente puede ser apoyado en sus esquemas de diseño e implementación por parte de un integrador tecnológico a elección del Contratista y esta deberá seguir todos los parámetros en términos de diccionarios de datos que establezca el Ente Gestor, así como sus lineamientos y recomendaciones. Lo anterior, se requiere para poder articular la arquitectura de solución integral para la monitorización y gestión (control) puertas de una estación con el centro de gestión, es así como, debe atender los siguientes requerimientos:

Nota: El detalle de la trama y su documentación técnica será 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.

2.3.1. Requerimientos funcionales

RF001: la pasarela inteligente es un dispositivo electrónico que puede tomar ventaja del esquema de computación embebida, debe ser capaz de manejar un sistema operativo que permita la gestión de sus recursos y debe tener la capacidad de contar con interfaces de transmisión de datos tipo ethernet, wifi, bluetooth, entre otros. Adicionalmente, este dispositivo debe permitir ser alcanzado vía SSH para que pueda ser autogestionado en caso de que haya lugar.

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

RF003: Cada estación debe incluir 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. El Contratista debe entregar la información integral de todas las puertas hacia la pasarela inteligente, para ello, el Contratista podrá tomar ventaja de la red LAN que posee la estación para que, en caso de que lo necesitase, envié la información a lugar en función de su solución. La Pasarela Inteligente deberá generar un escenario de monitorización para determinar su conectividad con el Centro de gestión, para esto el contratista deberá garantizar que la conexión envío/recibo de datos esta activa y funcional entre origen y destino a petición desde el Centro de gestión o bajo el esquema de keepAlive, su periodicidad debe ser mínima de 5 minutos y esta podrá ser cambiada en cualquier momento por el Ente Gestor. Para esto último en los escenarios que la estación no se encuentre operativa esta trama no deberá enviarse.

En caso de incluirse, más de una pasarela inteligente (con previa autorización del Ente Gestor únicamente para estaciones que se consideren atípicas por su infraestructura física), estas deberán articularse de manera que solo 1 dispositivo por estación se comunique con el Centro de Gestión a través del protocolo MQTT.

RF004: La pasarela inteligente debe ser 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 debe tener los recursos necesarios para gestionar la seguridad de la información.

RF005: La pasarela inteligente deberá contar con una interfaz, la cual permita 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 deberá ser 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, debe enviar 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 debe contar con una infraestructura de hardware suficiente en términos de memoria y almacenamiento para articular los procesos que se realicen en este dispositivo. Debe contar con un procesador suficiente para llevar los diversos cálculos o procesos que se requieran de forma paralela, debe incluir, por ejemplo, la atención incluso de múltiples hilos, al momento de realizar procesos paralelos. Igualmente, este procesador debe en paralelo, atender otras funcionalidades o tener la capacidad de manejar interrupciones por hardware (u otro esquema) donde sea posible atender otras necesidades, esto último, es dependiente de la solución tecnológica utilizada. Se resalta independientemente de lo que se realice en el esquema que la pasarela inteligente debe articular todo mediante diccionarios de datos homogéneos para el envío de información al Centro de Gestión los cuales son definidos por el ente gestor.

RF007: La pasarela inteligente debe ofrecer 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 recibirá un único cable de red ethernet para la articulación de la

información de la estación, no obstante, esta puede tener varios puertos Ethernet para lo que sea requerido.

RF008: La pasarela inteligente debe contar 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 debe acoplarse 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 debe ser 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 será 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 debe ser 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 o en su defecto, por el esquema de arquitectura de solución dispuesto para la estación. Lo anterior, debe seguir el diccionario de datos en cuanto a eventos y alarmas definidos por el Centro de Gestión.

RF012: La pasarela inteligente debe implementar la 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 debe ser tenida en cuenta por la(s) interfaz(es) hardware/software o la arquitectura de solución dispuesta para la estación, 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).

RF013: La pasarela inteligente debe enviar 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 debe posibilitar la gestión remota para cada una de las puertas de la estación. Es necesario tener presente que la pasarela inteligente debe permitir 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 debe ofrecer un esquema de puertos de propósito general (GPIO) de entrada/salida para uso exclusivo de solitudes de TRANSMILENIO S.A. que sean configurables en esquema lectura y escritura en atención con lo descrito en el RF036.

RF015: La pasarela inteligente debe tener 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 debe poder soportar esta cantidad de información, incluso por temas de intermitencia en la red de comunicaciones. La descarga de estos datos debe estar 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 debe tener 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 debe estar 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. Los esquemas de comunicación seguros deben implementarse en la comunicación centro de gestión a pasarela inteligente. No obstante, la comunicación entre la pasarela inteligente a la(s) interfaz(es) hardware/software debe incluir mecanismos que garanticen la seguridad de la información.

En atención a lo anterior, y teniendo en cuenta los esquemas de seguridad de la información necesarios y/o definidos por el Ente Gestor, la pasarela inteligente debe permitir la conexión idónea que permita el monitoreo remoto del sistema, a través del llamado al Front-End de la interfaz web de control y monitoreo descrita en el RF032, este esquema de monitoreo deberá ser vía WEB y deberá ser provisto por el contratista para el uso del Ente Gestor.

RF018: La pasarela inteligente al recibir los datos provenientes de la(s) interfaz(es) hardware/software o desde la arquitectura de solución desplegada para la estación, en referencia a los estados del suministro de energía eléctrica, deberá ofrecer 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 debe implementar una función para registrar los datos provenientes de la(s) interfaz(es) hardware/software o desde la arquitectura de solución desplegada para la estación, tales como alarmas y eventos, los cuales deben ser 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 debe estar sincronizada bajo la misma referencia de tiempo del Centro de Gestión y debe alinearse con el protocolo NTP (Network Time Protocol por su acrónimo en inglés) para ello. Esto se debe realizar 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 debe articularse a un botón de emergencia que debe ser dispuesto por el Contratista y su accionamiento deberá ser 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 deberán ser modificables en consideración con los lineamientos que disponga el Ente Gestor y la ingesta de los eventos y alarmas asociadas.

RF022: la pasarela inteligente deberá generar 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 deberá generar una "trama de fin" diariamente hacia el centro de gestión que identifique 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 debe detectar si una puerta se encuentra abierta para lo cual debe enviar 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 deberá chequear 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 deberá emitirse una trama de chequeo, de esta trama se debe generar y con ello se iniciará 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 reportase 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, deberá generar 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, los ANS continuaran su proceso para su resolución. Este tipo de situación deberá ser notificada a la mesa de ayuda y en el esquema de monitorización, así mismo, el Contratista deberá aportar los soportes y la justificación de la generación de esta trama al Ente Gestor, el siguiente día hábil y deberá 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 dará con la diferencia de tiempos entre la trama fin de operación y trama de inicio de operación.

Nota 4: Si por algún motivo alguna puerta se encuentra abierta, el sistema debe generar las acciones a lugar para enviar comando de cierre de puertas y asegurar el cierre de todas para el fin de operación.

RF024: Se resalta que las tramas de inicio y tramas de fin deben darse por pares una vez al día y no tener diversas tramas de estas en un mismo día, si esto llegase a pasar el Contratista deberá 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 deberá 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 deberán entregar a TRANSMILENIO S.A. los manuales, licencias a perpetuidad y todo lo que se requiera a lugar de esta interfaz que permitan dar continuidad al negocio, es decir, que las puertas sigan operativas **sin ningún tipo de restricción por parte del contratista**

RF026: Se requiere entregar el escenario de solución de software de toda la arquitectura de SIGMP al ente gestor para que este sea parte del GITLAB de Transmilenio S.A donde se entregue toda la documentación asociada para tal fin en aras de poder hacer los despliegues que se considerasen a lugar. Esto último debe ser comprobado in situ en la estación y debe hacer parte del escenario de red local de la estación y que no se tenga esto configurado únicamente en escenarios de localhost, es decir, debe ser accesible de forma remota para que el acceso web sea viable y visible desde Transmilenio

RF027: La plataforma de gestión en local debe tener un acceso web para el personal de Transmilenio o el que este determine y estos accesos son fundamentales tenerlos incluso antes de que esté en operación el SIGMP. En esta misma línea, se requiere contar con los usuarios de la aplicación “APP de mantenimiento”, es decir, Transmilenio debe poder crear usuarios y generar los permisos a lugar para que esto se articule operacionalmente bien en torno a las necesidades del ente gestor.

RF028: Se requiere generar escenarios de capacitación en todo lo relacionados la arquitectura funcional del SIGMP para los usuarios que considere el ente gestor y esto debe alinear el funcionamiento de toda la estación, para esto, el contratista debe preparar escenarios multimedia para que el ente gestor pueda entender muy bien el funcionamiento de todo lo relacionado al SIGMP incluyendo su actualización.

2.3.2. Requerimientos no funcionales

- Usabilidad

RNFS001: La pasarela inteligente debe operar de forma automática y sin intervención humana

- Confiabilidad

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

- Disponibilidad

RNFS003: La pasarela inteligente debe tener 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 debe estar 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 deberá tener capacidad de procesamiento para atender los requisitos especificados, así como las funciones de seguridad que haya lugar dependiendo del esquema o arquitectura que se contemple y deberá ajustarse a los esquemas contemplados por parte del Ente Gestor.

2.3.4. Especificaciones técnicas del equipo

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas del equipo o dispositivo que debe realizar funciones de pasarela inteligente.

Especificaciones	Requerimientos
CPU	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
GPU	Unidad de procesamiento de gráficos con una memoria suficiente para operaciones alternativas de visualización de entornos digitales.
Memoria RAM	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
Puertos USB	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.
Entrada y Salidas de vídeo	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.
Protocolos de comunicación y de red	HTTP, HTTPS, MQTT, SSL, TLS, QoS, FTP, SFTP, SMTP, SNMP, DNS, NTP, TCP, UDP, IGMP, DHCP, SSH, etc
Salidas de audio	La interfaz debe contar con un conector tipo Jack de 3.5 mm o que disponga de una interfaz para este fin.
Almacenamiento	La pasarela inteligente debe considerar al menos una memoria de 128GB o superiorGB en almacenamiento de estado sólido
Conectividad de red	Puerto RJ-45 10/100/1000Mbps Wi-Fi 802.11ac de doble banda 2.4 y 5Ghz Bluetooth 5.0 BLE
Sistemas operativos	Que sea capaz de manejar sistemas operativos de código abierto.
Temperatura de Operación	-20C a 85C
Puerto de consola serial	El dispositivo deberá tener la capacidad de ser accedido por un puerto serial en caso de que la interfaz de red ethernet este ocupada.
GPIO	Puertos de entrada salida de propósito general

Nota 1: En cuanto a la protección física de la pasarela inteligente, el Contratista a través de su integrador tecnológico o como este considere, debe instalar un 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, el Contratista deberá instalar una fuente de energía que proteja a los equipos de posibles fluctuaciones en el suministro de la corriente eléctrica.

Por otra parte, el contratista deberá presentar a TRANSMILENIO S.A. o a quien este designe, una propuesta de protección física redundante del gabinete con el objeto de reducir las afectaciones sobre el sistema de ITS ante posibles eventos de vandalismo. Dicha propuesta será evaluada y el contratista deberá adoptar las recomendaciones y observaciones que se generen de ella, para que posteriormente lleve a cabo su respectiva instalación y despliegue.

Nota 2: Se recuerda que, en cuanto a la conectividad de red, la pasarela inteligente deberá recibir y/o enviar información: vía Ethernet del sistema bus estación, vía Ethernet de la arquitectura hardware/software desplegado, vía Ethernet desde el Centro de Gestión. Adicionalmente, se recuerda que, la pasarela inteligente debe contar con un canal adicional Ethernet para él envió de información, que servirá para los esquemas de mesa de ayuda, monitoreo o mantenimiento. La solución en cuanto a conectividad podrá tomar ventaja de diferentes interfaces de hardware de capas 1, 2, 3 o 4 del modelo OSI, para garantizar la conectividad y seguridad de todos estos elementos, los cuales deberán ser dispuestos por el Contratista. Así mismo, se resalta que el Contratista puede tomar ventaja del esquema de NAT (Network Address Translator) para algunos puertos con el fin de que se minimicen las interfaces Ethernet a lugar.

2.4. Requisitos de conectividad con el esquema Bus-Estación

El (los) Contratista(s) que hagan parte del proceso de renovación o despliegue 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 TAG-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.)Tag RFID 902-928 MHz

Figura 1. Sistema Bus estación – Elementos en el vehículo

- Estación
  - **Antenas RFID – UHF**: dispositivos instalados en la parte exterior de cada una de las paradas de flota de los vagones de las estaciones, los cuales inalámbricamente detectan la presencia de los TAG pasivos instalados en la flota, y permite asegurar al sistema Bus-Estación, la presencia de un bus asociado al sistema Transmilenio.
  - **Módulo de parada**: Dispositivo instalado en cada parada de la estación para sincronización de puertas con un indicador lumínico que muestra lectura de tag, estado de enlace con módulo bus y accionamiento de cada una de las 5 salidas (5 contactos secos para conexión con controladoras de puertas). Reporta eventos de apertura/cierre al masterlogger, adicionando ID parada e ID evento.
  - **Módulo Master Logger**: Dispositivo instalado en cada vagón, encargado de recibir los eventos enviados desde los módulos de parada asociados. Reporta eventos de apertura/cierre al módulo LAN, adicionando información del vagón
  - **Módulo LAN**: Dispositivo instalado en cada vagón, encargado de recibir eventos del módulo masterlogger, almacenarlos adicionando fecha, hora y nombre de la estación. Y gestionar el envío de eventos al servidor por demanda

			
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, articulado dual o cualquiera que se integre al SITP) se posiciona correctamente en frente a la parada en la que pretende abordar/desabordar usuarios, la Estación automáticamente lee el Tag 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 TAG RFID. Posteriormente, al leer, el TAG, 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.

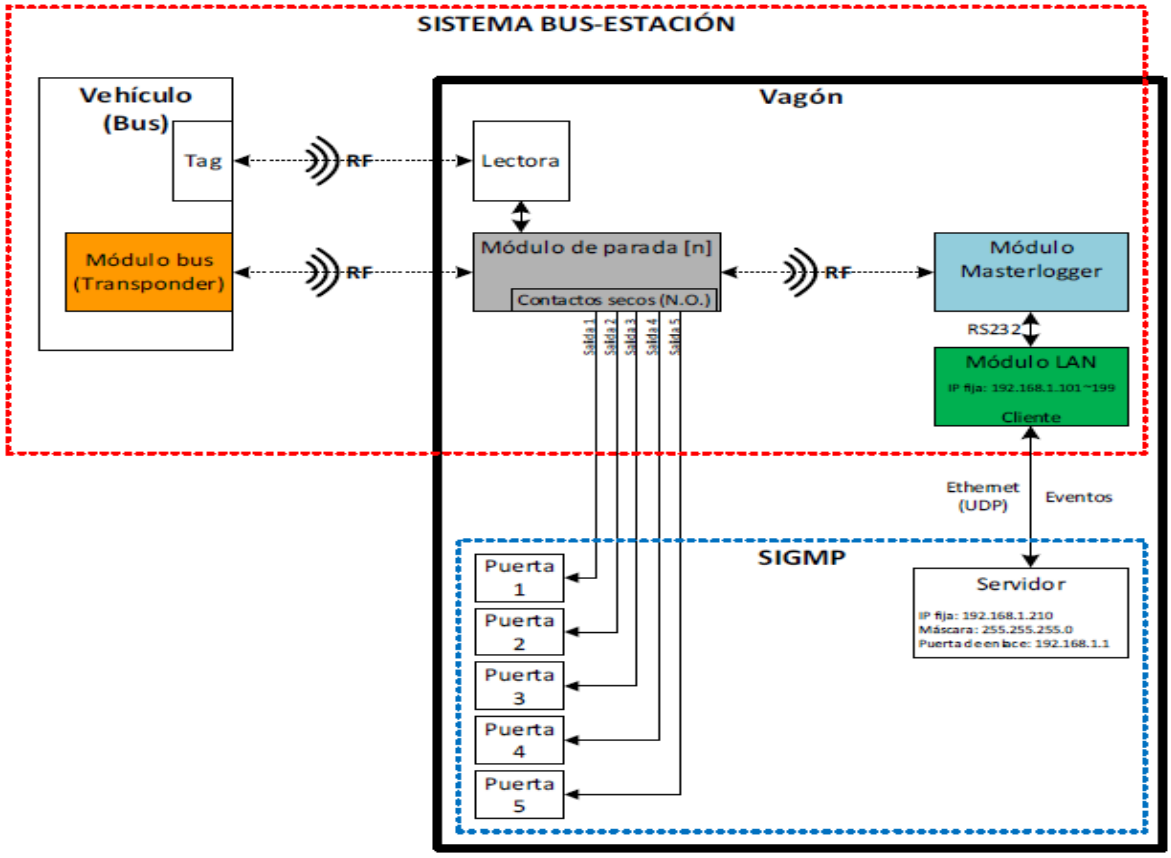
Adicionalmente, se aclara que el sistema Bus-Estación tiene su inicio desde el momento en que el conductor da la orden de apertura de las puertas del vehículo, es decir, en el momento de la obturación de este botón al interior del vehículo el sistema (ver figura 1 imagen “a”), obtiene esa información 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 TAG RFID (ver figura 1 imagen “b”). Si el TAG RFID es válido (entiéndase TAG 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 deberá estar 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). Se recuerda al Contratista que deberá integrar en su solución cada uno de los módulos LAN (sus datos) en consonancia con el número de vagones de la estación hacia la pasarela inteligente (una por estación) y deberá organizar esta información desde la pasarela inteligente en consonancia con los diccionarios de datos que determine el ente gestor hacia el centro de gestión de la entidad. Se resalta que la solución LAN para esa información (Sistema Bus-Estación) deberá alinearse a lo que disponga el ente gestor.

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 TAG RFID se cierren las puertas de la estación en articulación con los esquemas de temporización descritos en el RF028 de la interfaz hardware/software.

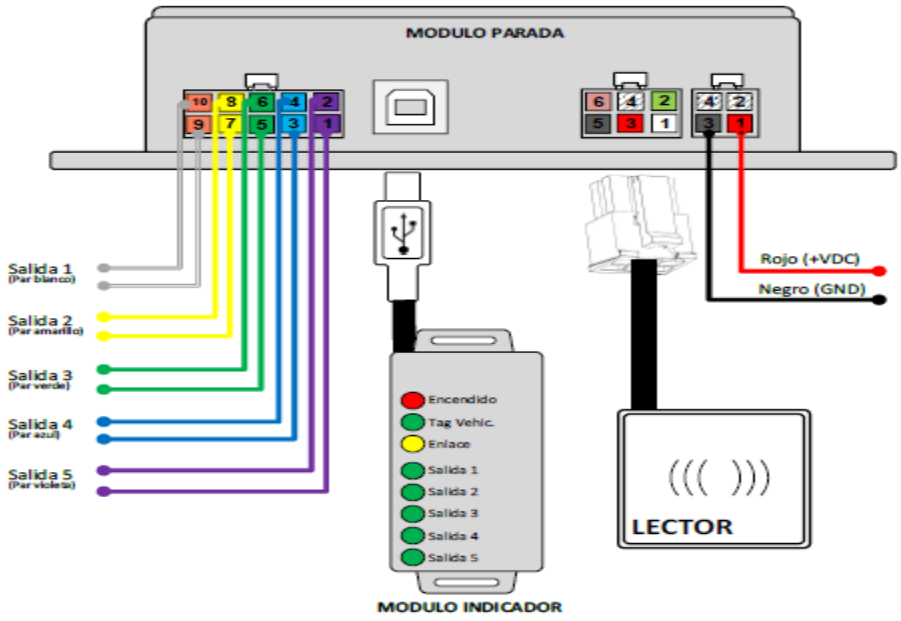
Diagrama general de integración del sistema Bus-Estación

En la siguiente imagen se muestra la ubicación y relación entre los dispositivos que componen el sistema Bus-Estación que deberán ser tenidos en cuenta por el contratista, para la integración de su solución ITS con este sistema existente, para que pueda garantizar el correcto funcionamiento de apertura y cierre de acuerdo con la tipología del bus que esté demandando la acción, como también el envío de datos hacia el Centro de Gestión.



Cada una de las 5 salidas el módulo de parada está conformada por un par de cables de diferente color, la figura 2 muestra el color para cada par, la lógica de funcionamiento de cada salida es la siguiente:

Abrir Puerta N -> contacto salida N cerrado
Cerrar Puerta N -> contacto salida N abierto



LED	DESCRIPCIÓN
Encendido (Rojo)	**Encendido y un parpadeo cada 4~5 segundos:** dispositivo encendido y en funcionamiento normal. **Otro estado:** dispositivo apagado o error.
Tag Veh. (Verde)	**Apagado:** tag ausente. **Intermitente:** tag presente.
Enlace (Amarillo)	**Apagado:** sin requerimientos de enlace de sincronización. **Intermitente rápido:** recepción de requerimientos de enlace de sincronización. **Intermitente lento:** enlace por TAG confirmado. **Encendido fijo:** enlace por requerimiento del módulo bus de sincronización confirmado.
Salida 1~5 (Verde)	**Apagado:** salida desactivada (contacto salida abierto). **Encendido:** salida activada (contacto salida cerrado).

Nota: Los colores del cableado de contactos secos para la apertura o cierre de las puertas, puede variar al interior de las estaciones.

El contratista deberá realizar la integración lógica para recibir las señales de contacto seco provenientes de módulo de parada (RFID-Bus-estación) para la orden de apertura y cierre de puertas con la interfaz hardware/software.

2.5. 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. Este apartado se articula también a los ANS de este documento.

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.

RF003: El Contratista y sus actores estratégicos a lugar deben preparar un escenario de prototipo funcional de dos puertas (siguiendo las características técnicas expuestas en los anexos que hacen parte del proyecto) con condiciones controladas y operando con la(s) interfaz(ces) hardware/software empleado(s) en la estación(nes) teniendo de referencia la arquitectura de solución integral para la estación, es decir, con los esquemas de conectividad entre las interfaces o lo que proceda.

Este escenario funcional debe estar listo antes del despliegue de la solución completa en las estaciones y el Contratista deberá tener en cuenta el cronograma general de implementación expuesto por el ente gestor. En este sentido, este escenario funcional deberá darse a los 2 meses después de la firma del acta de inicio, para este escenario, debe considerarse igualmente la articulación con el centro de gestión y debe tener en cuenta la simulación del sistema Bus-Estación y sensores. Adicionalmente, la pasarela inteligente debe contemplarse para este punto, es decir, la arquitectura de solución a desplegar en la estación debe estar articulada a esta pasarela (es decir, el escenario funcional debe contemplarla) y por ende al centro de gestión. Igualmente, los sistemas de difusión de audio deben contemplarse para esta etapa, así como los indicadores lumínicos de tipo RGB a lugar y debe considerar el esquema de accionamiento manual y el botón de emergencia. Igualmente, la aplicación en el móvil para los esquemas de mantenimiento debe exponerse en este escenario funcional. Estas puertas utilizadas para este escenario son reutilizables en el contexto de implementación del proyecto. El lugar de este escenario debe ser en Bogotá o si es fuera de la ciudad, el Contratista deberá contemplar asumir financieramente los desplazamientos del personal de Transmilenio y su estadía para tal fin, al menos para 7 personas.

RF004: El Contratista deberá garantizar el esquema de red que considere su arquitectura de solución desplegada 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 y teniendo de referencia arquitectura de solución desplegada para la articulación con todas las puertas de una estación 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 inteligente sea capaz de reportar su estado de

funcionamiento correcto antes de la entrada en operación del sistema a través de una rutina automática de autodiagnóstico. Igualmente, sabiendo que el esquema de monitorización de las estaciones es recurrente y por demanda, los eventos y alarmas asociados se deberán reportar según lo dispuesto en los requisitos anteriores. Este mismo diagnostico deberá realizarse 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 deberá reportar una trama inicial y final que debe ser 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, deberá enviar 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, deberá dar a la pasarela inteligente la protección necesaria para que soporte dicha condición (remitirse al Anexo No. 1 Instalaciones Eléctricas),

RF007: en el caso de las terminaciones de contrato, el Contratista con un tiempo no menor a tres (3) meses antes de finalizar el contrato deberá entregar al ente gestor toda la documentación, licenciamiento perpetuo, accesos, bases de datos 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.).

Sin perjuicio de lo anterior, si durante la ejecución del contrato se dieran modificaciones o ampliaciones de plazos de la fase de mantenimiento, la entrega se deberá surtir 3 meses antes de la finalización de la fase de mantenimiento de la estación más próxima a concluir el plazo contractual. Dejando la salvedad que, si llegare a surgir nuevas actualizaciones dentro del nuevo plazo contractual, es obligación del contratista actualizar y formalizar nuevamente la entrega de TODA la documentación necesaria a TRANSMILENIO S.A.

RF008: Se resalta que en todas la(s) estación(es) que opere una solución de algún Contratista, en cuanto a la interfaz local y táctil de la estación o del vagón según sea el caso, se deberá contar 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: Entrega de la solución contenerizada, parametrizable y completamente desplegable del Sistema Inteligente de Gestión y Monitorización de Puertas (SIGMP)

El Contratista deberá entregar la totalidad de la solución SIGMP (Sistema Inteligente de Gestión y Monitorización de Puertas) en un esquema completamente contenerizado (dockerizado), aplicable a todo el escenario arquitectural de hardware y software involucrado en su funcionamiento, tanto en campo (pasarelas inteligentes, dispositivos embarcados, u otros computarizados si fuese el caso, etc.) lo cual debe incorporar todos los escenarios de backend, frontend, y lo que proceda para funcionamiento exitoso de esta solución, donde, de hecho, se requiere que la solución contenerizada incorpore un servicio de monitorización de los servicios que se desplieguen en el Docker para evaluar y comprobar su funcionamiento .

Esta exigencia busca asegurar la independencia técnica y operativa del Ente Gestor una vez finalizado el contrato, de modo que la solución pueda ser desplegada, mantenida y ampliada por terceros autorizados sin restricciones. Para este fin el contratista de la solución debe entregar de forma independiente una solución tecnológica desconectada pero funcional y simulada de su solución al Ente Gestor la cual será de su uso y apropiación en el lugar que este determine.

1. Alcance de la contenerización

La solución contenerizada deberá incluir, sin excepción:

- Módulos embarcados en las pasarelas inteligentes (servicios de captura, buffers, controladores, drivers, monitoreo local).
- Servicios backend (API REST, bases de datos, motores analíticos, servicios de autenticación, servicios de integración con sistemas externos).
- Interfaces frontend (paneles de visualización, portales administrativos, dashboards, interfaces web de operación o monitoreo), también contenerizadas y desplegables vía servicios web.
- Canal de comunicación basado en MQTT, incluyendo el cliente MQTT embarcado en la pasarela y cualquier servicio intermediario o broker MQTT requerido para el envío/recepción de información hacia y desde el centro de gestión del Ente Gestor.
- Nota: Para todo lo anterior el contratista deberá entregar los scripts a lugar que evidencien el funcionamiento detallando los servicios de sistema y otros servicios en función a la operacionalización de su solución en los dispositivos embebidos o donde proceda.

2. Modularidad y configuración desacoplada

La solución deberá cumplir con los siguientes principios:

- Cada componente deberá ser contenerizado de forma independiente, siguiendo una arquitectura modular y desacoplada.
- No se permitirá el uso de direcciones IP, credenciales o endpoints codificados (“hardcoded”) en las imágenes Docker ni en los scripts base.
- Se deberán entregar archivos de configuración por estación o unidad embarcada, fácilmente editables, para permitir la parametrización en diferentes entornos de operación (ej. distintas IP, tópicos MQTT, claves API, rutas de almacenamiento, etc.).
- Se requiere que se contemple toda la instalación del componente de seguridad y/o certificados a lugar que sean funcionales para que se genere la interoperabilidad entre los ITS de la estación y el centro de gestión de la entidad.

3. Despliegue automatizado y documentación técnica

El Contratista deberá entregar:

- Scripts o herramientas de despliegue automatizado (ej. Docker Compose, Helm Charts, Makefiles o similares).
- Documentación técnica completa que incluya:
    - Requisitos mínimos de hardware y red.
    - Variables de entorno necesarias.

- Procedimientos de instalación, configuración y actualización.
- Gestión de logs y respaldos.
- Buenas prácticas de seguridad para su operación en entornos de nube, borde o híbridos.
- Para todo lo anterior, se requerirá soporte multimedia y bajo videos de todo lo que se realice para generar una autosuficiencia en el manejo de la solución ITS.

4. Artefactos ejecutables adicionales

En caso de que la solución incluya clientes móviles, aplicaciones embebidas o interfaces de interacción remota, se deberán entregar sus respectivos artefactos (ej. archivos APK, instaladores, binarios), sin restricciones de uso, licencias o dependencias con el Contratista.

Sin perjuicio de lo anterior, si durante la ejecución del contrato se dieran modificaciones o ampliaciones de plazos de la fase de mantenimiento, la entrega se deberá surtir 3 meses antes de la finalización de la fase de mantenimiento de la estación más próxima a concluir el plazo contractual. Dejando la salvedad que, si llegare a surgir nuevas actualizaciones dentro del nuevo plazo contractual, es obligación del contratista actualizar y formalizar nuevamente la entrega de TODA la documentación necesaria a TRANSMILENIO S.A.

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 deberá tener un canal adicional a parte y con la capacidad suficiente (a cargo del Contratista) que permita 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 deberá crear un endpoint para que envié la información por MQTT siguiendo las mismas directrices que determine el centro de gestión para este fin.

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 deberá 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.

EL CENTRO DE GESTIÓN - CDEG Es la Plataforma Tecnológica de TRANSMILENIO S.A. que consta de una infraestructura en nube la cual recibe, procesa y almacena las tramas de datos generadas y transmitidas por los dispositivos ITS No SIRCI, así como las tramas provenientes de los dispositivos instalados en estaciones y las puertas, en concordancia con la articulación y diccionarios de datos que el Ente Gestor disponga a través de su Centro de Gestión.

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 ITS y sensores para las estaciones, incluyendo la interfaz hardware/software de cada una de las puertas o paradas, el Contratista deberá presentar un plan de

contingencia ante cada una de estas situaciones que se pueda presentar. Este plan deberá ser acordado y orientado desde el esquema operacional por el Ente Gestor, en consonancia con lo que este determine.

RF012: En caso que el contratista desarrolle equipos o dispositivos complementarios para el diseño, programación, configuración, mantenimiento y que no se encuentren en el mercado, será obligación del contratista incluir estos dispositivos complementarios dentro de la solución de ITS que hará parte integral de la solución tecnológica del SIGMP, y será un equipo adicional que deberá ser entregado a TRANSMILENIO S.A. dentro de los procesos de cierre de fase contractual de mantenimiento de puertas automáticas. Acorde con el numeral 4.1 aspectos generales del anexo técnico principal.

2.6. Requisitos Seguridad de la información y versionamiento del protocolo IP

A continuación, se presentan los controles de seguridad que se deben implementar por parte del Contratista 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: Establecer 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 deba 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: Se deben tener varias llaves criptográficas separando la función o uso de cada una de ellas.

- Requisitos Adopción de IPv6

RNFS001: la pasarela inteligente deberá adoptar 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 deberá ser totalmente compatible con el protocolo Ipv6. Por lo tanto, el Contratista deberá proveer las respectivas evidencias de cumplimiento de los equipos, software o servicio entregados con el protocolo Ipv6. De igual forma, los equipos, software o servicio que suministre el Contratista también deberán 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 deberá 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 deberá poder ser configurado en modalidad de Doble Pila (Dual Stack). Esto significa que el equipo, software o servicio debe poder 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 deberá operar tanto por el protocolo Ipv4 de forma independiente (nativa Ipv4) como por el protocolo Ipv6 independientemente (nativa Ipv6).

RNFS004: Como parte de la instalación de los equipos, software o servicios que sean suministrados a TRANSMILENIO S.A, el Contratista deberá realizar las pruebas respectivas en Ipv6 nativo y doble pila y entregar el equipo, software o servicio configurado y funcionando en Doble Pila. Por lo tanto, dependiendo del contexto de instalación del equipo, software o servicio, el Contratista deberá diseñar y presentar el escenario de pruebas en el cual se validará el funcionamiento del protocolo Ipv6 para realizar así la entrega formal a la Entidad.

2.7. 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 será provisto de acuerdo con lo definido por la entidad y se debe articular al proyecto de conectividad maestra de las estaciones dispuesto por el Ente Gestor, 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 a su costo y riesgo) 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 2.920 horas acumulables a partir de la notificación de falla de conectividad. Será responsabilidad del contratista reportar a TRANSMILENIO S.A. o quien este designe el consumo de horas de conectividad de contingencia para que se lleve un control y supervisión estricta sobre el mismo.

El contratista deberá tener en cuenta que, bajo escenarios de contingencia de conectividad puede darse el caso que sea más de una estación la que presente esta situación. Por lo cual, se recomienda que el contratista contemple planes de acción para que su plan de contingencia de conectividad pueda funcionar incluso de forma paralela en todas las estaciones del lote que le fue adjudicado.

El centro de gestión en conjunto con el Ente Gestor, definirán los diccionarios de datos en a lugar para integrar 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.

2.8. Requisitos para la finalización de la etapa contractual

Teniendo en cuenta que, los requerimientos funcionales, no funcionales y transversales descritos en el presente anexo hacen parte de una solución que satisface las necesidades técnicas de TRANSMILENIO S.A., el contratista deberá dar cumplimiento y entrega (sin limitarse a ello) a los siguientes requerimientos en una versión aprobada por TRANSMILENIO S.A. para la finalización contractual con el propósito de tener continuidad del servicio sin afectación al sistema de puertas por parte de TRANSMILENIO S.A o a quien sea designado para esta labor.

Sin perjuicio de lo anterior, si durante la ejecución del contrato se dieran modificaciones o ampliaciones de plazos de la fase de mantenimiento, la entrega se deberá surtir 3 meses antes de la finalización de la fase de mantenimiento de la estación más próxima a concluir el plazo contractual. Dejando la salvedad que, si llegare a surgir nuevas actualizaciones dentro del nuevo plazo contractual, es obligación del contratista actualizar y formalizar nuevamente la entrega de TODA la documentación necesaria a TRANSMILENIO S.A.

RQ001: El proveedor deberá entregar los códigos fuente completos de **todas** las soluciones de software necesarias para el funcionamiento y operación del SIGMP descritas en el presente anexo.

RQ002: Los códigos fuente deben estar bien documentados, con comentarios detallados que faciliten la comprensión y mantenimiento del software por parte de terceros para dar continuidad a la operación de las puertas en el futuro.

RQ003: El contratista debe apropiar el acceso a un repositorio de control de versiones (Gitlab de la entidad) donde se puedan verificar los cambios realizados durante el desarrollo, incluyendo todas las ramas de desarrollo, pruebas, y producción.

RQ004: El código debe estar estructurado de forma modular, utilizando buenas prácticas de programación y documentación que faciliten su comprensión, operación y mantenimiento.

RQ005: Compilación y ejecución, el Contratista debe entregar instrucciones y procedimientos detallados para compilar y ejecutar el código, al igual que las tareas que se deban hacer en estación para los accesos y configuración pertinente en la pasarela inteligente, tarjeta controladora o cualquier dispositivo del sistema de puertas automáticas incluyendo la configuración de entornos y/o estaciones de desarrollo, pruebas, y producción. Esto puede incluir scripts de automatización para la configuración de servidores y la instalación de dependencias.

RQ006: La documentación debe incluir histórico de control de cambios, un manual de usuario, un manual de administración del sistema, y un manual técnico que describa la arquitectura del software, las bases de datos, accesos utilizados, la estructura de datos, y las APIs, además de incluir detalles sobre los requisitos de hardware y software necesarios para operar el sistema, como el sistema operativo, bases de datos compatibles, entre otros.

Diagramas Eléctricos y Electrónicos:

RQ007: Diagramas completos y detallados de la solución de hardware, incluyendo los circuitos de control, conexiones eléctricas, y diagramas de flujo del sistema.

RQ008: El proveedor debe proporcionar un manual técnico que describa los componentes utilizados, así como sus especificaciones y funcionamiento dentro del sistema.

RQ009: Incluir planos de instalación, mantenimiento y procedimientos de prueba.

RQ010: El contratista deberá entregar diagramas eléctricos **detallados** que muestren la conexión entre todos los componentes del sistema, como sensores, controladores, actuadores, árbol de conexiones y cualquier interfaz de comunicación con otros sistemas.

RQ011: Los diagramas deben incluir la identificación de todos los componentes (números de parte, especificaciones técnicas) y sus conexiones eléctricas, asegurando que el sistema sea replicable y mantenible por el personal de TRANSMILENIO S.A. o quien este designe.

RQ012: Incluir detalles sobre la protección eléctrica (fusibles, interruptores automáticos) y la implementación de medidas de seguridad (como aislamiento de alto voltaje o protección contra sobretensiones).

RQ013: Proporcionar un manual con la descripción técnica de todos los componentes de hardware y software utilizados, incluyendo características, especificaciones, y pruebas de funcionamiento.

Criterios de Evaluación y Aceptación

RQ014: Verificación de que todos los elementos solicitados (código fuente, diagramas, manuales, etc) se hayan entregado en su última versión y que cumplen con las especificaciones a satisfacción de TRANSMILENIO S.A.

RQ015: Confirmar que el personal de TRANSMILENIO S.A. recibió a satisfacción la transferencia de conocimiento realizada por el contratista para operar y mantener el sistema.

RQ016: El contratista deberá entregar los códigos fuente, API, Interfaz de usuario y herramienta tecnológica de cada uno de los elementos que comprende su solución con su respectivo manual de consumo de servicios, hojas técnicas de detalle y arquitectura de solución con todas sus características a lugar que permitan al ente gestor:

- Garantizar la continuidad del servicio, realizar configuraciones y parametrizaciones, cambios o modificaciones requeridas en los elementos que componen la arquitectura presentada referente al sistema de puertas automáticas.

Lo anterior es de real importancia para que el Ente Gestor o quien este designe pueda sin restricciones contar con los elementos esenciales para el mantenimiento y la continuidad operativa de las herramientas proporcionadas, y su entrega deberá realizarse en un formato que garantice su usabilidad y accesibilidad por parte de nuestro equipo técnico.

Para realizar la entrega de esta solución, el futuro contratista deberá seguir las indicaciones del Ente Gestor en consideración con el Gitlab de la entidad o lo que proceda en cuanto a herramientas de software.

Igualmente, se deberá recibir por su parte un escenario de licencia a perpetuidad de cualquier componente de software que se corresponda con la solución a lugar, Por último, destacar que la documentación deberá entregarse con evidencias multimedia que sean de fácil entendimiento para la entidad y requerirán una capacitación de parte del contratista como mínimo de 140 horas para nuestro equipo técnico.

RQ017: Todos elementos descritos en el RQ016, deberán ser entregados oficialmente a TRANSMILENIO S.A., pues serán requisitos para llevar a cabo la liquidación del contrato con el fin de garantizar el uso, ajuste, actualizaciones, operación, o cualquier actividad que sea necesaria para garantizar la continuidad de la operación de las puertas automáticas suministradas. Estos documentos contemplarán la autorización expresa por parte del contratista a TRANSMILENIO S.A.

o quien este designe, para hacer uso irrestricto de la solución tecnológica desplegada del ITS en el marco del SIGMP. Todo lo anterior en concordancia con lo establecido en el numeral 4.1 aspectos generales del anexo técnico principal.

Sin perjuicio de lo anterior, si durante la ejecución del contrato se dieran modificaciones o ampliaciones de plazos de la fase de mantenimiento, la entrega se deberá surtir 3 meses antes de la finalización de la fase de mantenimiento de la estación más próxima a concluir el plazo contractual. Dejando la salvedad que, si llegare a surgir nuevas actualizaciones dentro del nuevo plazo contractual, es obligación del contratista actualizar y formalizar nuevamente la entrega de TODA la documentación necesaria a TRANSMILENIO S.A.

3.. INGENIERÍA DE DETALLE

El Contratista debe seguir los lineamientos dispuestos en la metodología “Modelo en V” y en función a esta debe presentar al Ente Gestor la documentación técnica dispuesta en esta metodología para la implementación del SIGMP. Esta documentación debe incluir todas las fases y entregables de la metodología, el cronograma de implementación, las fichas técnicas y el plan maestro de implementación del componente ITS. Adicionalmente es de aclarar que la metodología en V también se articula al escenario de metodologías ágiles3 donde se posibilita aplicar scrum lo que permite alinear elementos adicionales del diseño para que se ajusten a una solución integral para el SIGMP

3.1. Plan Maestro de implementación

El Contratista deberá radicar y presentar al Ente Gestor en un término no mayor a los treinta (30) días hábiles siguientes a la firma del acta de inicio, el plan maestro de implementación y debe ser aprobado por El Ente Gestor y/o Interventor. Este plan debe contener:

- Cronograma de implementación
- Informe de actividades realizadas mínimo Semanal o como el ente gestor considere
- Descripción detallada de las actividades a realizar y mecanismos de seguimiento
- Deben contemplarse actividades asociadas a la interoperabilidad de los equipos ITS con el Centro de Gestión
- Asignación de recursos Humanos: dedicación por etapas del equipo de trabajo
- Avances y registros de novedades y de inventario de partes/elementos
- Documentación de proyecto incluye versionamiento, arquitectura, manuales, procedimientos, Hoja de vida de elementos, detalle técnico y/o cualquier información pertinente proyecto.

3.2. Fichas Técnicas

El Contratista deberá allegar las fichas técnicas de toda la arquitectura de solución para las puertas de las estaciones incluyendo cualquiera de las interfaces hardware/software a lugar que se usen en la solución, esto deberá surtirse en un término no mayor a los cuarenta (40) días hábiles siguientes

3 Metodología en V con Scrum: https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/32681

a la firma del acta de inicio. Estas fichas técnicas serán revisadas y aprobadas por el Ente Gestor, por tanto, se recomienda al Contratista no comprar el equipamiento antes de que el Ente Gestor lo apruebe. En caso contrario estas adquisiciones son a costos y riesgo del Contratista.

3.3. Garantía

El Contratista deberá entregar dentro de los cuarenta (40) días hábiles siguientes a la firma del acta de inicio la documentación asociada a las condiciones, alcance y forma de solicitud acerca de la garantía de cada uno de los Equipos aquí descritos (ej. términos, duración, entre otros.) que ofrece al Ente Gestor, así como la que se requiera de los demás equipos a instalar.

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. Si alguno de estos elementos hace parte de las estaciones ya desplegadas se entrará a revisar las soluciones a lugar.

3.4. Documentación Modelo en V

El Contratista deberá entregar dentro de los cuarenta (40) días hábiles siguientes a la firma del acta de inicio la documentación técnica requerida de acuerdo con la metodología de “Modelo en V” para la planeación, adopción y/o cambios de diseño e implementación de proyecto del SIGMP.
El modelo de desarrollo en V define no sólo el proceso de especificación diseño-desarrollo, sino que también incluye los procedimientos de validación, homologación y verificación de las especificaciones y diseños y deben contener los parámetros clave de ITS asociados a interoperabilidad, escalabilidad, integración, compatibilidad y neutralidad tecnológica.

Para ello, el Contratista debe alinear todo esto a esta metodología por lo que sus entregables deben incluir el Concepto de Operación del Sistema, la especificación de los Requisitos del Sistema y de los subsistemas, Diseño de Componentes de alto y bajo nivel, el Desarrollo de Hardware y Software, las pruebas Unitarias, el componente de Integración de Subsistemas, la Verificación del Sistema, la Validación del Sistema, la Operación y Mantenimiento los Cambios y Actualizaciones, y por último el apartado de Retiro y Reemplazo de equipos.

Se solicita al Contratista tener en cuenta que la Metodología en V se desarrolla normalmente en dos fases para este propósito: la Primera Fase debe incluir la Identificación del alcance del sistema, Identificación de los actores estratégicos (Stakeholders), Documentos de referencia, Descripción general del sistema, Identificación de necesidades operacionales, Descripción del entorno operacional y de soporte del sistema, Descripción de los escenarios operacionales, y el Plan de validación del sistema. En una segunda fase se debe contar con la Identificación de requisitos, con el Análisis de los requisitos identificados, la Documentación de los requisitos identificados, Construcción de la Matriz de Rastreo, Validación de los requisitos, Casos de Uso, Elaboración del Plan de Verificación del Sistema, Equipo del Proyecto de ITS.

Nota: El Contratista puede apoyarse en este anexo para la elaboración de los documentos a lugar, así como en los documentos asociados al proceso.

Las fases y productos de la metodología se presentan a continuación:

3.4. Concepto de Operación

El Concepto de Operación, o ConOps, es una definición inicial del sistema a partir de las necesidades, expectativas y requerimientos de los actores estratégicos (o stakeholders). En esta etapa, se documenta la forma en que se prevé la operación del sistema y cómo el sistema cumplirá con las necesidades y expectativas de los actores estratégicos. La atención en esta fase se centra en la validación del sistema o prueba que el sistema previsto satisface las necesidades definidas. Se precisa tener muy presente el marco legal del proyecto en este apartado ya que esto orienta decisiones que incluso pueden ser de fondo, es decir, si no hay una articulación clara con el marco legal, puede que el proyecto ITS a desarrollar o servicio ITS tenga problemas en su implementación.

3.5. Diseño de alto nivel

El diseño de alto nivel define la arquitectura –a nivel de proyecto– del sistema. Esta arquitectura define los subsistemas a construir, las interfaces internas y externas a desarrollar, así como los estándares de interfaz identificados. El diseño de alto nivel es donde se desarrollan los requisitos de los subsistemas y los principales productos candidatos, que podrían ser utilizados en el sistema. El diseño de alto nivel es el paso de transición entre lo que el sistema hace (requisitos de los subsistemas), y el cómo (arquitectura e interfaces) el sistema será implementado para cumplir con los requisitos.

A continuación, se presentan las dos (2) actividades de descomposición principales para esta etapa:

- La descomposición funcional: descompone cada función en sus partes más pequeñas.
- La descomposición física: define los elementos físicos necesarios para llevar a cabo la función.

  Como resultado de la ejecución de estas actividades, se requieren como mínimo los siguientes productos:
  - Arquitectura del sistema
  - Vista física
  - Vista funcional
  - Vista técnica
  - Vista de información

3.6. Diseño detallado

Consiste en el diseño del hardware, software y la selección de productos comerciales y/o funcionalidades que se serán adquiridos y utilizados. Este es el paso donde se prepara la documentación necesaria para el desarrollo (codificación) de software. Para el hardware, es el paso donde los esquemas lógicos y otros diagramas se preparan para la posterior fabricación.
Si se van a utilizar equipos y software OTS (del inglés, off-the-shelf, OTS), es decir, productos comerciales, en este paso se evalúan y se realiza la selección los productos candidatos.

A continuación, se presentan las actividades principales a ejecutar durante esta etapa:

- Generar escenario funcional de prototipo del SIGMP
- Generar especificaciones detalladas de los componentes de Hardware y Software
- Selección de productos OTS en caso de que haya lugar
- Desarrollar planes de pruebas

Como resultado de la ejecución de estas actividades, se requieren como mínimo los siguientes productos:

- Diseño técnico de la solución con diagrama de ingeniería de detalle de toda la solución ITS
- Diseño lógico de almacenamiento (bases de datos o la solución que se considere) de la solución ITS, e n concordancia con la articulación y diccionarios de datos que el Ente Gestor disponga a través de su Centro de Gestión

3.7. Implementación de Software y Hardware

En este paso del proceso se implementa el software y hardware para el sistema que se ajusta a la especificación de requisitos y a la documentación de diseño detallado de componentes. Es esencial revisar el progreso técnico y proporcionar orientación técnica sobre la aplicación de los requisitos. Estas revisiones proporcionan una alerta temprana en caso de que los requisitos sean deficientes, o que no se estén cumpliendo en la implementación. De forma concurrente con esta tarea, se desarrollan procedimientos para realizar pruebas unitarias que serán utilizadas para verificar que los productos cumplen con el diseño detallado.

A continuación, se presentan las actividades principales a ejecutar durante esta etapa:

- Establecer ambientes de desarrollo
- Implementación del software y hardware
- Realizar pruebas unitarias

Como resultado de la ejecución de estas actividades, se requieren como mínimo los siguientes productos:

- Software del sistema
- Hardware del sistema

Pruebas unitarias: La implementación de conectividad el contratista deberá proveer un equipo concentrador y pasarela inteligente, que bajo la visita de inspección se determine el medio Cable UTP ethernet o fibra, acorde a la distancia entre estos equipos.

- El contratista deberá hacerse responsable de la conexión de los mismos suministrando el respectivo cable o el acceso es por Fibra Óptica, y las adecuaciones como canaleta o ducto desde la parte externa hasta el punto de datos que TRANSMILENIO S.A. defina.
- Es importante que se tomen y tengan funcionales los respaldos de UPS para que en caso de una falla eléctrica no se pierda el servicio ITS.

3.8. Integración y verificación

La integración es el proceso de combinar con éxito los componentes de hardware y software, subsistemas y sistemas en un todo, completo y funcional. La integración es un proceso iterativo que implica: Disponer de los componentes de hardware y software; Utilizarlos para conformar elementos completos de subsistemas; Combinar estos elementos en subsistemas combinados más grandes; Combinar todos los subsistemas en un sistema final.

El proceso de verificación es utilizado por el propietario del sistema y otras partes interesadas para comprobar que el sistema, subsistemas, y componentes cumplen con todos los requisitos y con el diseño.

A continuación, se presentan las actividades principales a ejecutar durante esta etapa:

- Desarrollo de planes de integración y verificación
- Ejecución de los planes de integración y verificación

Como resultado de la ejecución de estas actividades, se requieren como mínimo los siguientes productos:

- Planes de integración y verificación
- Resultados de los planes de integración y verificación

3.9. Despliegue inicial del sistema

El proceso de despliegue de los sistemas o subsistemas – probados – es el proceso que los instala en el entorno previsto para su operación. La instalación es el paso final de diseño y construcción en el desarrollo de un sistema. La estrategia de instalación definida debe reflejar el plan para el proyecto. Debe proporcionar un componente operativo útil del sistema en cada paso del proceso y en cada lugar de despliegue.

A continuación, se presentan las actividades principales a ejecutar durante esta etapa:

- Desarrollo de planes de instalación y transición
- Implantación del sistema
- Plan de estabilización y afinamiento del sistema
- Sistema de monitoreo y gestión remota

Como resultado de la ejecución de estas actividades, se requieren como mínimo los siguientes productos:

- Inventario de hardware y software
- Planes de instalación y transición
- Sistema implementado

3.10. Validación

La validación es una evaluación del sistema en modo operativo. El proceso de validación asegura que el sistema cumple con el propósito y las necesidades previstas del propietario del sistema y de las partes interesadas. En otras palabras, la validación da respuesta a la pregunta ¿se ha construido el sistema apropiado?

El principal producto para esta etapa es “Resultados del plan de validación”.

3.11. Operación y Mantenimiento / Cambios y Actualizaciones

En esta fase se evalúa el sistema con respecto a las necesidades identificadas, se pone en operación, se lleva a cabo el mantenimiento, se implementan los cambios necesarios y se aplican las actualizaciones disponibles.

Los principales productos para esta etapa son:

- Reportes de rendimiento del sistema
- Logs del sistema
- Registros de los mantenimientos
- Plan de actualización tecnológica

Nota: El contratista podrá utilizar una plataforma o sistema de software de mantenimiento que contemple las tareas de mantenimiento preventiva, correctiva o predictiva donde se pueda identificar la hoja de vida de elementos, tareas programadas o realizadas y la bitácora correspondiente a la ejecución del sistema puertas automáticas.

4.. VERIFICACIÓN DEL SISTEMA

Al momento de instalar y configurar todo lo referente al SIGMP en cada puerta de las estaciones (dependiendo de la arquitectura de despliegue presentada), el Contratista debe garantizar que se cumple lo dispuesto en los requisitos del sistema y plan de verificación. El Ente Gestor y/o Interventor debe determinar que se ha implementado el sistema correctamente siguiendo el plan de verificación diseñado para este fin junto con los planes maestros de implementación y acuerdos entre privados a que haya lugar o de acuerdo con lo que se estipule en las obligaciones contractuales de este proceso o en los documentos a que haya lugar, teniendo de referencia equipamiento del ITS. El plan de verificación para este fin debe estar en concordancia con los requerimientos funcionales de cada elemento que hace parte de la solución.

En el contexto de estabilización de todos los ITS contenidos en este documento para su validación y verificación, se requiere que todos los equipos funcionen de forma óptima de acuerdo con los requisitos contemplados en este anexo. Por lo anterior, se requiere destacar que el Contratista dispone de máximo 5 meses para estabilizar el sistema en términos de calidad de datos, lo que

significa que al finalizar estos cinco meses deberá haber una prueba final que validará el funcionamiento conjunto del equipamiento ITS desplegado en las estaciones y adicionalmente entraran los esquemas de evaluación integral y pruebas que disponga Transmilenio para este fin. Ese plazo de cinco meses se empieza a contar a partir de la puesta en funcionamiento de la primera puerta Estación.

5.. ACUERDOS DE NIVELES DE SERVICIO (ANS)

En este apartado se presentan los ANS del SIGMP que se articulan a los esquemas operacionales para cada estación en términos de tiempos de solución, operación y lo que haya lugar para determinar un buen rendimiento del sistema hacia los usuarios. Cabe resaltar que estos ANS pueden medirse de forma diaria, semanal, mensual, anual para los fines que considere pertinentes el ente gestor. Adicionalmente, se resalta que el sistema Bus-Estación al ser un elemento ya dispuesto en las estaciones tendrá también otros elementos independientes de medición siguiendo las consideraciones que tiene el ente gestor y en ningún caso, se tiene en cuenta en estos ANS de este documento como tal pero, si en el momento de articulación de este sistema para la solución integral, es decir, si el sistema Bus-Estación entrega la señal adecuadamente a la interfaz hardware/software teniendo de referencia su arquitectura de solución de puertas para la estación y si esta no opera adecuadamente, todo esto será tenido en cuenta en este apartado.

En este sentido los ANS que se medirán aquí están dispuestos por cada puerta, por la operatividad de la pasarela inteligente y de los elementos asociados a la arquitectura de solución integral (interfaz táctil local, botón de pánico, manejo manual de la estación) y se tienen de referencia los diccionarios de datos expuestos desde el centro de gestión para medir situaciones particulares.

5.1. Gestión de incidentes del servicio

El Contratista debe contar con un sistema para la gestión de incidentes de las puertas del sistema, es decir, una plataforma (mesa de ayuda) de software enfocada en la gestión de incidentes asociados a los equipos ITS del SIGMP. Esta plataforma deberá disponer un esquema de tickets asociados a cada incidente, donde, se debe evidenciar todos los tiempos asociados a las acciones o actividades que adelanta la mesa de ayuda y por ende el Contratista. Asimismo, el Contratista deberá, en función la periodicidad definida en los ANS, tomar las acciones a lugar salvo que el problema o incidente tenga una complejidad alta lo cual deberá ser expuesto y justificado debidamente al ente gestor para su solución. Lo anterior deberá generar estrategias de contingencia en caso de ser requerido y esto igualmente deberá ser presentado al ente gestor.

Esta plataforma deberá suministrar un acceso web mediante usuario y contraseña, donde el Ente Gestor o quien este determine, podrá ingresar para realizar seguimiento continuo a los incidentes, mantenimientos (correctivos, preventivos) y demás situaciones a que haya lugar y que se pueda identificar el estado de la puerta. En la fecha de inicio de la fase II del contrato, El contratista deberá suministrar los usuarios requeridos por el Ente Gestor o quien este designe para ejecutar tareas de control, supervisión bajo un acceso WEB. 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. Se requiere que esta información sea entregada en un documento al ente gestor para que este pueda comprobar lo que se está entregando, estos

archivos deben ser los de root o administración y se debe indicar cada uno por separado, Al igual que lo anterior, se requiere que se entregue el esquema de red con todas las direcciones IP de la solución incluyendo los puertos y demás información que sea relevante para los fines operacionales del ente gestor o por quien este delegue o corresponda

Esta plataforma y el acceso web a lugar deberán responder a los diccionarios de datos definidos por el Ente Gestor. Asimismo, esta plataforma deberá exponer un servicio web tipo REST que sea consumido por el ente gestor dentro de un ambiente seguro y que extrapole la información de la base de datos que se determine por parte del ente gestor.

El detalle de la trama y su documentación técnica será 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 pertinentes por parte del concesionario 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

Adicionalmente, al finalizar el contrato asociado a este proyecto el Contratista deberá entregar la base de datos (a definir en un esquema y tecnología común de la actualidad tipo RDBS y reconocidos por la industria) de este sistema para que el ente gestor pueda reutilizarla en consonancia con las puertas asociadas a cada estación del sistema troncal. Adicionalmente, el Contratista deberá entregar en un documento todo lo referente a los usuarios a lugar y contraseñas requeridas de cualquier elemento del sistema, en especial, de la interfaz local y los esquemas de bluetooth-wifi a lugar, así como de la pasarela inteligente para poder tener toda la operacionalización del SIGMP, entendiendo en esto esquemas de usuario tipo root o un símil para poder articular adecuadamente el escenario de transaccionalidad de los esquemas de puertas de las estaciones a lo largo del tiempo.

Adicionalmente se resalta que el Contratista debe contar con dos (2) sistemas para la gestión de incidentes en para el SIGMP:

- Sistema de grabación de llamadas
- Sistema de seguimiento de las solicitudes o incidentes del sistema (mesa de ayuda).

El sistema de grabación de llamadas debe grabar al menos el 90% de cada llamada.

El Contratista debe entregar mensualmente a TRANSMILENIO S.A. reportes de toda la gestión de fallas e incidentes de todos los elementos del SIGMP. Los reportes deben tener mínimo:

- Fecha y hora del reporte del incidente
- Tiempo de atención a las solicitudes por todos los canales
- Relación de todos los incidentes
- Solución a cada incidente
- Lugar de atención de cada incidente
- Acción realizada para la solución
- El/los reporte(s) con formatos y medios que TRANSMILENIO S.A. defina

Las actividades de operación y/o mantenimiento no socializadas o comunicadas con autorización de la supervisión del Ente gestor se considerará una interrupción de servicio, estas tareas se deben planear y notificar con dos días hábiles de anticipación.

La interrupción de servicio por una ventana de mantenimiento no aprobada, o fallida iniciara un proceso de restauración bajo la tabla de ANS definida del contrato con el fin de salva guardar la integridad y operatividad del servicio.

El contratista deberá suministrar como medida temporal una solución de conexión móvil en la cual se restablezca las actividades de conectividad del sistema ITS, como contingencia mientras se restaura el servicio principal de datos y/o salida de internet

5.2. 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.

5.3. Supervisión o Interventoría

Los Supervisores o Interventores designados para los contratos derivados del presente proceso de selección, realizarán revisiones regulares y generarán informes sobre las actividades de mantenimiento realizadas. El propósito de estos informes es detectar problemas potenciales, situaciones o fallas recurrentes y determinar formas de mitigación apropiadas para prevenir o minimizar sus efectos de detrimento en la operación de los equipos y afectación a la operación del sistema de forma integral.

5.4. Características de la Interventoría o Supervisión

El supervisor identificará la necesidad de acciones correctivas y realizará los reportes correspondientes sobre su implementación.

5.5. Capacitación y entrenamiento

En conjunto con el Contratista a lugar, se deberán generar esquemas de entrenamiento y capacitación para todo el personal que se determine, esto se llevara a cabo en las instalaciones del ente gestor y en las estaciones a lugar para realizar ejercicios de campo que afiancen la operación de todo el SIGMP.

5.6. 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.

5.7. 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.

5.8. 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.

5.9. Prácticas y Estándares

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

5.10. Puertas defectuosas

Se debe evitar a toda costa que en las estaciones haya equipos defectuosos, dañados o sin el mantenimiento apropiado, ya que esto impide la operación general de la estación.

5.11. Consideraciones de despliegue

El Contratista debe(n) considerar la(s) circunstancia(s) particular(es) en que opera los equipos asociados al SIGMP, tipo(s) de equipo(s), su(s) ubicación(es) y las tareas que desempeña para que todo esto lo tenga en cuenta al momento de articular su solución sobre una estación.

5.12. 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 informa 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.
- El contratista deberá seguir las recomendaciones del fabricante, respecto a las distancias de seguridad, ventilación y mantenimiento que requiera en los equipos sin afectar la operación de la estación y/o servicios contiguos operativos en los procesos de taras o rutinas de mantenimiento

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.

5.12.1. Frecuencias de los mantenimientos preventivos del STS.

En la siguiente tabla se establecen las frecuencias de los mantenimientos que deben realizarse a los siguientes equipos o componentes:

Id	Equipo / componente	Frecuencia de mantenimiento
1	Pasarela Inteligente	Mensual con procedimiento completo
		inspección visual semanal
2	Interfaz (ces) hardware Software	Semanal con procedimiento asociado a la monitorización expuesta en los requisitos
		inspección visual semanal
3	Elementos de la arquitectura integral de la solución de puertas para la estación	Mensual con procedimiento completo
		1 inspección visual al día
4	Interfaz local táctil	Mensual con procedimiento completo
		1 inspección visual cada 2 semanas
5	Sistemas de respaldo de cada puerta	La que indique el fabricante
6	Sistema de difusión de audio	La que indique el fabricante
7	Botón de Emergencia	La que indique el fabricante
8	Interfaz de mantenimiento	Semanal
9	Pilotos lumínicos RGB	La que indique el fabricante

Nota: todo lo anterior se debe articular con los esquemas de chequeo que se pueden realizar de forma automática por estación

5.13. Lugar de mantenimiento preventivo

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

5.14. Costos de daños de reparaciones inapropiadas

El costo de las reparaciones por daños producidos por uso inapropiado, reparaciones inapropiadas, faltas en el mantenimiento preventivo (frecuencia o realización), vandalismos,

hurtos o malas manipulaciones, recibirá el mismo tratamiento definido en el Apéndice No. 3 Mantenimiento, en lo relativo a **Mantenimiento propio del uso e interacción habitual** y **Mantenimiento derivado de actos vandálicos o caso fortuito**. En cualquier caso, el ente gestor analizará cada caso particular y se pronunciará en cualquier aspecto.

5.15. Reemplazo de partes

5.15.1. Partes originales

Para todo lo aplicable, todas las partes utilizadas en la reparación o mantenimiento deben ser partes originales OEM (Original Equipment Manufacturer) o equivalentes y avaladas por parte de quien el ente gestor determine.

5.15.2. Reparaciones mayores

Las reparaciones mayores se definen como restauraciones o renovaciones significativas como el reemplazo masivo de componentes.

5.15.3. Extracción y reutilización de partes si hay lugar

Extracción y reutilización de partes de las puertas de las estaciones o de la arquitectura de solución integral de las puertas o sus componentes dados de baja o de equipos que no se encuentran activos.

Las partes o equipos extraídos harán parte del inventario de equipos disponibles usados y deberán ser revisadas siguiendo los procedimientos establecidos por el fabricante (OEM) y articulado esto con el Contratista de la solución para la estación a lugar.

5.16. 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.

5.17. Indicadores de niveles de servicio

Dentro de los acuerdos de niveles de servicio es necesario especificar los indicadores que medirán los parámetros de calidad y de servicio del SIGMP, estos harán uso de la información transmitida hacia el Centro de Gestión del Ente Gestor, teniendo de referencia los eventos, alarmas y lo contenido en la mesa de ayuda dispuesta para atender los casos a lugar.

Los indicadores están definidos y explicados en el *Anexo No. 4 ANEXO DE NIVELES DE SERVICIO*, numeral *5.4 GESTIÓN DEL COMPONENTE ITS*.

5.18. Escala de fallas

La escala de fallas para este anexo esta articulada con lo demás anexos de este proceso en concordancia con los esquemas operacionales que se consideren para las estaciones del sistema y que son dadas por el ente gestor. Aunado a esto, cada uno de los equipos tecnológicos (de ITS u otro) con sus fallas o lo que proceda, pertenecientes a ese anexo técnico, se contemplaran de la misma manera en concordancia con lo anteriormente expuesto. Por tanto, las fallas que se llegasen

a presentar en los equipos del componente ITS serán clasificadas como averías que impactan la operación (AIO) y averías que no impactan la operación (ANO) tal como se definen en el numeral 3 del anexo técnico principal.

Entrega de los equipos en función del SIGMP

Sin prejuicio de lo anterior y antes de que la puerta de cualquiera de las estaciones sea vinculada en términos de operación al sistema troncal según el cronograma de implementación, el Contratista se encarga de la adquisición e instalación de todos los equipos que proceda a su solución, salvo aquellos que vienen instalados ya de facto en las estaciones. La etapa de vinculación de una puerta se dará con respecto a los procesos y mediciones técnicas que considere el ente gestor y que estarán en relación con los requisitos aquí expuestos.

Todos los equipos deben ser entregados funcionando y debe incluir una tabla de inventario detallado en cada estación que debe ser entregada a TRANSMILENIO S.A o a quien este designe, todo elemento a vincular o que haga parte de la arquitectura deberá ser etiquetado debidamente para reconocerlo en el contexto de la solución.

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.

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) ,que incluye las tareas y/o actividades de implementación de dispositivos como instalación ,configuración ,desarrollo de software, conjuntas con sistemas de conectividad diseñadas para mejorar la operación y seguridad del transporte terrestre, tanto para carreteras urbanas, sistemas de transporte por cable y urbanos y rurales, y 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.

MANTENIMIENTO EVOLUTIVO TECNOLÓGICO: Abarca las actividades necesarias para ajustar parámetros del sistema de puertas automáticas a través los software embebidos de acuerdo con las necesidades de la TRANSMILENIO S.A., lo cual contempla las incorporaciones, modificaciones y eliminaciones necesarias que garanticen la continuidad del servicio del componente tecnológico.

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).

- **SENSORICA[4] (SISTEMA CONTINGENTE DE DETECCIÓN)** : Es el sistema tecnológico redundante de detección e identificación de cualquier tipología de bus (articulado, biarticulado, padrón dual, articulado dual, y las demás que se integren en el SITP) frente a una parada para gestionar de acuerdo con las disposiciones de TRANSMILENIO S.A. la apertura y/o cierre de las puertas automáticas. Este sistema será el encargado de habilitar y deshabilitar los botones locales en cada una de las puertas, apertura y cierre por tiempo (Parametrizables en tiempos y operación acorde a las indicaciones del ente gestor).

6. Área responsable de la adquisición
Aprobó: Pedro Mauricio Gutiérrez **Cargo:** Subgerente General **Dependencia: Subgerencia General** **Aprobó: Carmen Yanneth Rosales Suarez** **Cargo:** Directora técnica de Infraestructura **Dependencia: Dirección Técnica de Infraestructura.** **Aprobó: Rafael Felipe Valdez Laguado** **Cargo: Director de TIC'** **Dependencia: Dirección de TIC** **Aprobó: Natalia Tinjacá Mora** **Cargo:** Directora Técnica de Seguridad. **Dependencia: Dirección Técnica de Seguridad**

[4] Cuando se utilice sistema contingente de detección, se hace referencia al ítem de sensorica utilizado para la generación de estudios de mercado en los mismos términos y funcionalidades como fue requerido para tal efecto.

Áreas que participan en la elaboración del documento:

Revisó: Profesional Dirección TIC
Nombre: Yanira Pedraza Galeano

Revisó: Contratista Dirección TIC
Nombre: Luís Felipe Herrera

Revisó: Contratista Dirección TIC
Nombre: Diana Piñeros

Revisó: Contratista Dirección TIC
Nombre: Andres Camilo Galeano

Revisó: Contratista Dirección TIC
Nombre: Diego Orozco

Fecha de elaboración del estudio: 29/08/2025