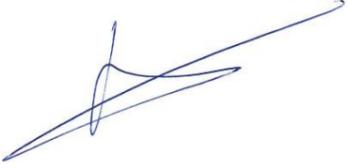


ANEJO Nº7. SISTEMA SAE, SIV Y RADIO

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gabias (T-MG6211/PPR3)

CONTROL UTE

Elaborado	Revisado	Aprobado
 José Paulino Soria Oliveros	 Héctor Martín Pérez	 Francisco Javier Valencia Vera

CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES

Código	Objeto	Versión	Fecha
TMG6211PPR3-AYP-INS-ZZZ-ANE-IT-003	Creación del documento	C01.01(V00)	28/11/2022
TMG6211PPR3-AYP-INS-ZZZ-ANE-IT-003	Revisión de documento	C02.01	31/03/2023

Índice

1	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	7
1.1	OBJETO	7
2	DESCRIPCIÓN GENERAL	7
2.1	INSTALACIONES CENTRALES.....	7
2.2	SISTEMA EMBARCADO.....	8

2.3	EQUIPAMIENTO DE INFORMACIÓN EN PARADAS	8	4.5	FUNCIONES SIG	17
2.4	GENERALIDADES	8	4.5.1	Descripción geográfica de las líneas.....	17
2.5	PUESTO DE CONTROL SECUNDARIO (PCS)	8	4.5.2	Integración Con Google Traffic.....	17
3	SISTEMAS SAE SIV RADIO.....	10	4.5.3	Descripción de los sinópticos de las líneas	18
3.1.1	Generalidades	10	4.6	FUNCIONES SAE	18
3.1.2	Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE).....	10	4.6.1	Administración.....	18
3.1.3	Sistema de Información Viajeros (SIV)	11	4.6.2	Parametrización de la herramienta	19
3.1.4	Comunicaciones.....	11	4.6.3	Verificación de los datos de explotación	19
3.1.5	Comunicaciones e interfaces	11	4.6.4	Inicialización.....	19
3.1.6	Comunicaciones Sistema Central.	11	4.6.5	Parametrización de la explotación diaria.....	20
3.1.7	Comunicaciones De Sistemas Embarcados Con:.....	11	4.6.6	Alarmas	21
3.1.8	Arquitectura SAE SIV Radio.....	12	4.6.7	Función planificación	22
4	ESPECIFICACIONES FUNCIONALES SAE	12	4.6.8	Función seguimiento.....	22
4.1	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA CENTRAL SAE.....	12	4.6.9	Los Horarios	24
4.1.1	Descripción.	12	4.6.10	Principios de explotación para el tratamiento de los estados de perturbaciones 29	
4.1.2	Módulo De Gestión:.....	13	4.6.11	Gestión de las correspondencias	30
4.1.3	Módulo de operación:	13	4.6.12	Visualización de las correspondencias	30
4.1.4	Módulo de explotación:	13	4.6.13	Material embarcado.....	31
4.2	DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL.....	13	4.6.14	Comunicación	32
4.3	SISTEMA DEL SAE	13	4.6.15	Localización.....	34
4.3.1	Dimensión Y Capacidad	14	4.6.16	Deslocalización	34
4.3.2	Disponibilidad.....	14	4.6.17	Funciones de regulación.....	34
4.3.3	Localización	14	4.6.18	Gestión de los mensajes	35
4.3.4	Generalidades	14	4.6.19	Funciones de los sistemas de comunicación	35
4.3.5	La función SIG.....	14	4.6.20	Interfaces SIV	37
4.3.6	Funciones SAE.....	14	4.6.21	Engrase de pestañas	38
4.3.7	La Función SAPS.....	15	4.6.22	Interfaces odómetro.....	38
4.3.8	La función Estadística	15	4.6.23	4.4.11.17 Interfaces central tacómetro	38
4.4	MODELO DE DATOS	16	4.6.24	Interfaces recuento de pasajeros	38
4.4.1	Generalidades	16	4.6.25	Modo mantenimiento	39
4.4.2	Datos topológicos SAE.....	16	4.6.26	Modo formación	39
4.4.3	Datos horarios teóricos SAE	16	4.6.27	IHM pupitre conductor	39
4.4.4	Datos cartográficos	16	4.6.28	Función archivada	40
4.4.5	Datos de explotación	16	4.6.29	Modo degradado	40

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

4.7	SAPS.....	41	5.4.4	Protección de los datos	49
4.7.1	Generalidades	41	5.4.5	Definición de los perfiles de usuarios	49
4.7.2	Asignación provisional de los conductores	41	5.4.6	Parametrización de la herramienta	49
4.7.3	Gestión de las tomas de servicio	42	5.4.7	Importación de los datos hacia el módulo SIV central	50
4.7.4	Gestión de los finales de servicios	42	5.4.8	Puesta en hora del PCC.....	50
4.7.5	El seguimiento de las tomas y finales de servicios	42	5.4.9	Conexión de los usuarios.....	50
4.7.6	Modificación de la identidad y del servicio-conductor	43	5.5	ORDENES OPERADOR	50
4.7.7	Funciones del sistema SAPS	43	5.5.1	Selección	50
4.7.8	Impacto de las acciones de regulación	43	5.5.2	Composición de los mensajes	50
4.7.9	Estadísticas.....	43	5.5.3	Visualización.....	50
4.7.10	Método deteriorado	43	5.6	CONTROL DE LOS PANELES INFORMATIVOS EXTERIORES.....	51
4.8	ESTADÍSTICAS	44	5.7	PANTALLA LUMINOSA A BORDO.....	52
4.8.1	Generalidades	44	5.7.1	Generalidades.....	52
4.8.2	Datos topológicos teóricos SAE	44	5.7.2	Información relativa a la marcha del vehículo	52
4.8.3	Datos horarios teóricos SAE	44	5.7.3	Inhibición.....	52
4.8.4	Datos horarios ejecutorios SAE	44	5.8	INFORMACIÓN SONORA EMBARCADA	52
4.8.5	Datos reguladores.....	44	5.9	INFORMACIÓN SONORA EN LA PARADA	52
4.8.6	Datos laboratorio	45	5.10	INFORMACIÓN VISUAL EN LA ESTACIÓN DE METRO LIGERO	53
4.8.7	Datos de explotación SIV	45	5.10.1	Generalidades.....	53
4.8.8	Datos de localización geográfica	45	5.10.2	Informaciones relativas a la marcha del vehículo.....	53
4.8.9	Datos alarma	45	5.10.3	Inhibición.....	53
4.8.10	Ediciones periódicas de balances de explotación	46	5.11	INFORMACIÓN VISUAL EN LOS PUNTOS DE INTERCAMBIO	53
5	ESPECIFICACIONES FUNCIONALES SIV	47	5.12	ALARMAS	54
5.1	COMPONENTES	47	5.12.1	Generalidades.....	54
5.2	MODELO DE OPERACIÓN	47	5.12.2	Alarmas técnicas.....	54
5.2.1	Módulo de gestión de paneles.....	47	5.12.3	Parametrización de las alarmas.....	54
5.2.2	Módulo de publicación de información.....	48	5.13	PRINCIPIOS DE EXPLOTACIÓN DE LOS ESTADOS DE PERTURBACIÓN	55
5.2.3	Paneles en parada	48	5.13.1	Generalidades.....	55
5.2.4	Información en Web/APP	48	5.13.2	Avería de un metro ligero en explotación comercial	55
5.3	GENERALIDADES	48	5.13.3	Retraso superior a los límites máximos aceptables e inaceptables en relación con el horario teórico.....	55
5.4	ADMINISTRACIÓN	49	5.13.4	Adelanto superior a un límite máximo parametrizable en relación con el horario teórico (modo de regulación de horario).....	55
5.4.1	Generalidades	49	5.13.5	Correspondencias perturbadas o no realizadas.....	55
5.4.2	Comienzo de la aplicación	49	5.14	MODOS DEGRADADOS	55
5.4.3	Paro de la aplicación	49			

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

5.14.1 Generalidades	55	8.6.1 Prestaciones De Funcionamiento Ante Fallos Del Servidor De Sistema.....	69
5.14.2 Avería del módulo SIV Central	55	8.7 SISTEMA DE GESTIÓN DE RED	70
5.14.3 Avería del módulo SAE embarcado	55	8.8 CONSOLA DE DESPACHO RADIO DCX9000.....	71
5.14.4 Avería de los terminales embarcados, paneles exteriores, paneles interiores 55		8.9 SUBSISTEMA DE GRABACIÓN.....	72
6 SISTEMA DE COMUNICACIONES VÍA GPRS/3G/4G.....	56	8.10 ARQUITECTURA PARTICULARIZADA METRO DE GRANADA.....	73
7 SISTEMA DE COMUNICACIONES WIFI.	56	8.10.1 Ubicación de equipos.	74
8 SISTEMA DE COMUNICACIONES VÍA RADIO.....	56	8.11 AGENTES	74
8.1 GENERALIDADES	56	8.11.1 Puestos de trabajo y de comunicaciones	75
8.2 VISIÓN GENERAL DEL TETRA EXPRESS	57	8.11.2 Modo de tratamiento	75
8.2.1 Mantenimiento / Soporte Remoto.....	57	8.11.3 Estimación de Flujos.....	75
8.2.2 Usuarios Del Sistema	57	8.11.4 Flujo de datos.....	75
8.2.3 Arquitecturas	57	8.11.5 Función de radiocomunicación en fonía	76
8.2.4 Subsistemas Usados En Tetra Express	61	8.11.6 Tipos de comunicación	76
8.2.5 Subsistema Express Basado en MTS2/4	61	8.11.7 Lista funcional de llamadas realizables.....	77
8.2.6 Subsistema Express Basado en MTS1	61	8.11.8 Funciones transversales del subsistema fonía	80
8.2.7 Subsistema Express Con Servidor Independiente	61	8.11.9 Función transmisión de datos	82
8.2.8 Consola De Despacho Basada En Web	61	8.11.10 Tipos de comunicaciones	82
8.2.9 Consola De Despacho De Terceros Dcx9000	61	8.11.11 Funciones de explotación del sitio central PCS:.....	82
8.3 ESTACIONES BASE (BTS)	61	8.12 PRESTACIONES POR SUMINISTRAR.....	83
8.3.1 Mantenimiento	61	8.12.1 Cobertura radioeléctrica	83
8.3.2 Mantenimiento Local	62	8.12.2 Dimensionamiento	83
8.3.3 Mantenimiento Remoto.....	62	8.12.3 Disponibilidad	83
8.3.4 Servidor Tetra Express (CONMUTADOR)	62	8.12.4 Mejoras adicionales	84
8.3.5 Software Cliente VPN	63	8.13 COMPONENTES FUNDAMENTALES	84
8.3.6 Servicio De Datos	64	8.13.1 Centro de conmutación.	84
8.4 FUNCIONALIDADES	64	8.13.2 Estaciones base	85
8.4.1 Servicios de datos.....	64		
8.4.2 Servicios suplementarios:	64		
8.4.3 Funcionalidades de gestión de red:	66		
8.5 CAPACIDAD	67		
8.5.1 Capacidad De Configuración De Red.....	67		
8.5.2 Capacidad De Usuarios	68		
8.6 CAPACIDAD DE FUNCIONAMIENTO ANTE FALLOS	69		

Índice de figuras

Figura 1 Sistema de PUESTO DE CONTROL SECUNDARIO (PCS)	9
Figura 2 Diagrama de funcionamiento de los sistemas	12
Figura 3 Hoja de datos de itinerarios	25
Figura 4 Esquema lógico sistema SAE.....	31

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

Figura 5 Visualización de retraso sistema SAE	35
Figura 6 Sistema de Bucle SAE.....	37
Figura 7 Esquema de Megafonía	38
Figura 8 Tipos de presentación en pantalla SIV	50
Figura 9 Envío de mensajes sistema SIV	51
Figura 10 Tiempo de duración del mensaje	51
Figura 11 Listado de eventos en el sistema SIV	53
Figura 12 Arquitectura TETRA Express con servidor en MTS	58
Figura 13 Arquitectura TETRA Express con servidor en MTS ampliado	59
Figura 14 Arquitectura TETRA Express con redundancia de servidor en MTS.....	60
Figura 15 Sistema de placas en Estación Base.....	62
Figura 16 Servidor Express TETRA	63
Figura 17 Esquema de consolidación de servidores Tetra	69
Figura 18 Software de manejo de sistema Tetra	70
Figura 19 Página de inicio del administrador de red basado en Web	71
Figura 20 Consola de despacho	72
Figura 21 Arquitectura sistema DIP Express particularizada para Metro de Granada	73
Figura 22 Cálculo básico de propagación de onda, SW Radio V.2.1.....	74

Índice de tablas

Tabla 1 Valores del sistema degradado SAE	41
Tabla 2 Descripción del Servidor Tetra	67
Tabla 3 Prioridades de llamada.....	81

1 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- [1] Proyecto Constructivo de obra civil y superestructura de la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada. Tramo: Armilla - churriana de la Vega
- [2] Proyecto constructivo de obra civil y superestructura de la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada. Tramo: Churriana de la Vega – Las Gavias
- [3] Anejo nº2 Capítulo 4.5 del Proyecto Modificado nº1 del Proyecto de Construcción de señalización, seguridad y comunicaciones del Metro Ligero de Granada (T-MG6118/OEJ0)

1.1 OBJETO

El presente Anejo corresponde al Proyecto Modificado sobre el Proyecto Inicial del Metro de Granada, recogiendo las modificaciones tras ejecución producidas en el mismo.

El objeto de este documento es la presentación del Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE), del Sistema de Información a Viajeros (SIV), y del sistema Radio destinados a la explotación de la línea 1 del Metro Ligero de Granada y de su futura extensión "línea centro".

Este conjunto está constituido de los siguientes lotes:

- Un Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE), que asegura el seguimiento, la supervisión y la regulación de tráfico de los trenes en la línea y en las Cocheras.
- Un Sistema de Información a Viajeros (SIV), que transmite las informaciones visuales y/o sonoras a los clientes para facilitar la utilización del metro ligero.
- Un sistema de Radiocomunicación (RADIO) que permite la transmisión de la fonía y de los datos entre el Puesto de Control Centralizado (PCC) situado en los Talleres y los trenes.
- Aunque es un sistema integrado, el sistema puede ser descrito lote por lote, a saber: SAE, SIV, Radio.

2 DESCRIPCIÓN GENERAL

A continuación, se detallan a título informativo los servicios y arquitectura del actual Sistema de Ayuda a la Explotación y sistemas dependientes del mismo.

Todos estos servicios y recursos deben mantenerse en total medida y los trabajos de integración necesarios para mantener el correcto funcionamiento de todos los sistemas detallados en este pliego forman parte indiscutible de la contratación de este.

2.1 INSTALACIONES CENTRALES

El Metro de Granada, dispone de un Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE), que permite conocer en tiempo real, múltiples datos generados por la flota, entre los que destacan la posición geográfica aportada por Baliza de reposicionamiento ancladas en las vía del metro y del sistema de las unidades embargadas con el sistema GPS, y el registro de la hora de posicionamientos en distintos ítems, como pueden ser todas las paradas de nuestra red (y a más bajo nivel, balizas de posicionamiento GPS, etc.)

El transpondedor de localización O Baliza se monta en la base de la vía del tren. Los datos fijos especificados por el cliente se almacenan en el transpondedor. El Interrogador de localización que se monta en el material móvil recupera la información almacenada y actualiza el sistema informático del tren.

El transpondedor de localización Baliza recibe energía del el Interrogador a través de un enlace de inducción mientras se lee el transpondedor, eliminando la necesidad de baterías.

Esta información es procesada en Puesto de Control Central, ubicado en las instalaciones de Talleres y Cocheras la Maracena, para dar soporte a los aplicativos informáticos que componen el Puesto de Control Central.

El PCC es el lugar físico, donde se realiza el seguimiento de las líneas de Metro Ligero de Granada, para el mantenimiento de frecuencias de paso establecidas. Todo ello contribuye a brindar un mejor servicio a sus clientes y a lograr un grado de satisfacción creciente que deviene en una utilización leal del servicio público que ofrece. El PCC es, en definitiva, la gran herramienta de Gestión, Control y Coordinación de la flota de las unidades de embarcado en su labor diaria. Este centro, además gestiona la comunicación con los vehículos, ya sea a través de voz o de mensajería, y es el centro de administración de los paneles informativos dispuestos tanto las unidades de embarcado como en marquesinas de la red de parada y estaciones.

La tecnología utilizada en comunicaciones se basa en la red de comunicaciones GPRS y sistema Tetra, que en la actualidad la operadora de telecomunicaciones no está en nuestra base de información por que el sistema GSPR está por implantarlos en las unidades de embarcado.

El PCC tiene como misión gestionar en todo momento los recursos disponibles de flota, el estado del mantenimiento del material rodante, la asignación de servicios y los recursos en función de la planificación.

En los Talleres y Cocheros La Maracena se encuentran instalados también todos los equipos Hardware que componen el Sistema Central, además de la base de datos principal, software y aplicativos centrales, propiedad de Metro de Granada.

Se dispone de un Servidor de Comunicaciones, cuya funcionalidad básica es actuar de "puente" entre las comunicaciones del software del servidor del centro de control y los elementos remotos del SAE (material rodante y paneles de información en cada una de las paradas y estaciones del Metro de Granada).

El PCC, está compuesto por diversos aplicativos para la monitorización del servicio diario, en concreto se ubican varios puestos de Inspección y control de líneas.

Cada puesto dispone de software para la monitorización y control de la flota en tiempo real, dando la posibilidad de comunicación por voz y por mensajería, con los vehículos de la flota, así como envío de mensajería a paneles ubicados en paradas y en el interior de las unidades de embarque.

La aplicación principal en los puestos de inspección y control permite monitorizar los vehículos con gran precisión, sobre la cartografía de la ciudad, y dispone de representaciones sinóptica de todas las líneas, aportando múltiples datos: horas de salidas recientes desde cabeceras, próximas salidas, número de unidades de embarque, información sobre niveles de respuesta y estado de distintos parámetros de comunicaciones (GPS, transmisión, balizas etc.).

A demás de lo anterior, la herramienta incorpora la gestión de los servicios diarios y modificaciones de estos en tiempo real. También gestiona los distintos tipos de regulaciones del cuadro horario de cada línea.

La gestión de envío de mensajería a paneles en paradas y en buses, se lleva a cabo también desde esta aplicación, que incluye la anulación o activación de la información de tiempos de espera que presentan los paneles en las paradas a través de la red de fibra óptica que llega a cada una.

2.2 SISTEMA EMBARCADO

Cada una de las unidades de embarcado, tiene instalado un equipamiento que permite entre otras funcionalidades:

- Localización permanente del vehículo por medio de GPS, con información sobre paradas de paso, desviación de tiempo en base al horario teórico previsto, así como referencia con los buses colaterales.
 - Equipamiento para comunicación voz, con centro del control.
 - Equipamiento para comunicación voz en situaciones de emergencia.
 - Sistema de audio.
 - La consola dispone de una serie de funciones, a través de botones individuales, que están programados para enviar alertas al PCC, sobre completos, avería, tráfico y accidente. También permiten realizar un requerimiento de llamada de fonía.

- Las unidades de embarcado disponen de paneles de Led, que facilitan información a los clientes en el interior de los autobuses (fecha, destino, próxima parada, etc.).

2.3 EQUIPAMIENTO DE INFORMACIÓN EN PARADAS

Las principales paradas de la red de transporte de la ciudad cuentan con elementos de difusión de información al usuario, de tipo paneles de diodos Leds.

En ellos se muestran los tiempos de llegada a cada parada. En el caso de cabeceras de líneas la información se basa en la próxima salida de dicha parada.

2.4 GENERALIDADES

En el PCS estarán agrupados los siguientes sistemas:

- SAE
- Telemando o Gestión Técnica Centralizada (SCADA),
- Señalización ferroviaria,
- Señalización viaria

2.5 PUESTO DE CONTROL SECUNDARIO (PCS)

Dada la gran demanda y el desarrollo de la ampliación del Metro de Granada, en los tramos Armilla- Las Gavias y Armilla – Alhendín, se ha realizado el estudio para la implantación de un segundo Centro de Control, que permite poder Garantizar el completo funcionamiento de cada uno de los sistemas que componen las redes de comunicación y servicios del Metro de Granada un sistema completo de respaldo que garantice la funcionalidad de la red Metro. El centro de respaldo del sistema global de explotación de la línea se denominará como Puesto de Control Secundario o PCS.

Concentrará en un mismo lugar las herramientas necesarias para la explotación, la supervisión de la explotación, la información de los viajeros y la toma de decisiones en caso de perturbaciones (también llamadas incidencias, en adelante "perturbaciones"). El PCS será gestionado por el personal de regulación.

La localización del PCS está Prevista en los Talleres y Cocheros Sur.

Para garantizar la explotación de la línea en horas punta serán necesarios dos puestos de trabajo ocupados cada uno por un agente de regulación.

Estos dos puestos estarán banalizados, permitiendo así al explotador organizar el trabajo de los agentes, en función de los incidentes de explotación encontrados.

Existirá un tercer puesto, de agente comercial, con las mismas funcionalidades que un puesto de operador.

El principio adoptado para los equipos que puedan ser controlados desde varios puestos, es el siguiente:

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gaviás (T-MG6211/PPR3)

- El telemando sólo estará activo sobre un único puesto de control en cada momento. La gestión está asegurada por delegación, es decir, el puesto principal delegará en otro puesto.
- Las supervisiones estarán activas y tenidas al día sobre el conjunto de los puestos.

En el PCS, se encontrarán los equipos siguientes:

- Interfaces Hombre/máquina de:
- El Telemando
- SCADA,
- El SAE SIV Radio,
- La Señalización ferroviaria (SIG),
- La señalización viaria (SV)
- las herramientas de comunicación,
- las herramientas de vigilancia (monitores de vigilancia)

Los IHM se basarán en Programas probados y desarrollados para el tramo en funcionamiento. El Adjudicatario presentará un diseño de prototipos del conjunto de las pantallas Telemando, SAE, SIV y Radio en los estudios. Este diseño de prototipos deberá ser validado por la dirección de obra y el explotador. La integración final de los IHM con las pantallas de los reguladores queda incluida en el lote de "Control, supervisión y comunicaciones", concretamente en la parte de SCADA

El papel del PCC y sus agentes de regulación depende de la fase en la cual se encuentra la explotación.

En fase de explotación normal, es:

- Controlar el tráfico,
- Visualizar los movimientos en línea y en cocheras,
- Gestionar los movimientos en línea y en cocheras,
- Gestionar las relaciones con los clientes e informar al viajero,
- Supervisar la producción y la distribución de la energía de tracción y BT,
- Gestionar los equipamientos fijos (estaciones, paradas y cocheras) y embarcados.

En fase perturbada, su papel es entonces:

- Analizar la causa de la perturbación,
- Tomar decisiones adecuadas rápidamente,
- Utilizar las herramientas para solucionar el problema,
- Dar las órdenes y coordinar el conjunto del personal que trabaja en la línea,
- Informar y coordinar los servicios de emergencias (bomberos, etc....) y la policía.

Llamaremos:

- «Puesto de control»: conjunto de las herramientas a disposición inmediata de un agente de regulación

- «Estación»: terminal constitutivo del puesto de control y que responde a una funcionalidad específica (estación de telemando o SCADA, estación de control del sistema de semáforos o pantalla SV, estación SAE/SIV/Radio, estación señalización ferroviaria).

Ver diagrama en la página siguiente:

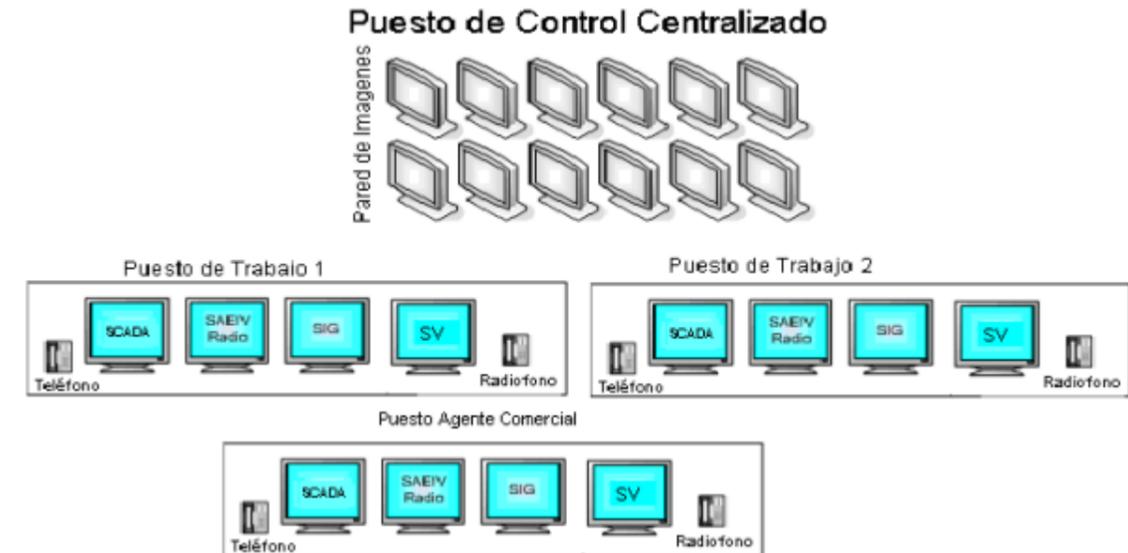


Figura 1 Sistema de PUESTO DE CONTROL SECUNDARIO (PCS)

3 SISTEMAS SAE SIV RADIO

3.1.1 Generalidades

Sistema Central de SAE (SCSAE): Un Sistema central que integra toda la gestión y que se compondrá de al menos los siguientes elementos:

Este conjunto está constituido de los subsistemas principales o lotes siguientes:

3.1.1.1 Sistema Central.

Sistema Central encargado de soportar todas las funcionalidades y módulos necesarios para conseguir una operativa fluida y una correcta integración con los demás subsistemas.

3.1.1.2 Sistema de respaldo.

Sistema para garantizar la fiabilidad del sistema, y de sus datos y para permitir la explotación de información histórica sin afectar al funcionamiento de la operación.

3.1.1.3 Puestos de operador.

Puestos desde donde se gestiona la operación y que debe estar diseñado para permitir una gestión fácil y eficiente de la flota.

3.1.1.4 Puesto Administrador

Puesto para la administración y configuración de todos los datos del Sistema, tanto en explotación de históricos, como configuración de topologías, servicios, horarios planificados, etc. Además, implementará herramientas para gestionar la información y configuración de elementos externos, como son paneles en paradas, en buses, etc. y la comunicación hacia sistemas externos como Google TRANSIT, etc.

3.1.1.5 Sistema ligero de control de flota para dispositivos móviles.

Terminales móviles conectados al SAE para que el personal de campo pueda tener información de gestión de servicio en cualquier lugar y poder realizar todo tipo de controles y gestión de incidencias.

3.1.1.6 Módulo de comunicación con:

Sistema de Información al Viajero externo, como paneles en paradas y estaciones, Web de información, con otros sistemas de información como APP para móviles, etc.

Otros sistemas de gestión del operador como los sistemas de planificación de horarios, nombramientos, bases de datos de paradas, estaciones, información de semáforos (para prioridad semafórica), sistemas de señalización ferroviaria, Sistemas contables, Sistemas de administración de topologías de líneas, sistemas de billeteaje, etc.

3.1.1.7 Acceso Directo A La Base De Datos.

El sistema debe estar diseñado para permitir acceso directo a los datos de explotación y para poder realizar todo tipo de consultas con la profundidad que desee. El adjudicatario proporcionará todo el modelo de datos mediante la entrega de la documentación necesaria para ello. El proveedor del sistema SAE tendrá la obligación de suministrar la estructura de las tablas de la base de datos de explotación del SAE.

Con el objetivo de mantener la compatibilidad con el resto de los sistemas implantados en la Red Metro de Granada

El número de usuarios de base de datos no debe ser nunca superior a 10, quedando bajo responsabilidad de los aplicativos la gestión de las autorizaciones de acceso a la misma.

El adjudicatario garantizará una arquitectura adecuada para que estas consultas no influyan en el rendimiento de la operación ni del sistema en general.

El adjudicatario debe especificar en su oferta todos los requerimientos para la implantación de la base de datos y si debe ejecutarse en el mismo equipo o no que el Core

3.1.1.8 Multiusuario.

Debe existir un sistema de perfiles que permita la gestión de accesos por niveles a las utilidades del sistema. Desde un perfil con control total, pasando por los perfiles operativos, hasta perfiles que solo accedan a distintas informaciones a nivel consulta.

3.1.1.9 Varias Cocheras

Se prevé que en un futuro próximo que el Metropolitano de Granada, cuente con varias cocheras. El sistema debe estar diseñado para trabajar con recursos compartidos, especialmente en las unidades de embarcado.

El sistema proporcionará herramientas para la localización de unidades de embarque en las distintas cocheras y su representación en el cartográfico de la aplicación. Es posible que para determinar que una unidad se encuentra en talleres y cocheras, se deban consultar otros sistemas (aparte del propio GPS y Balizas del SAE)

3.1.2 Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE)

El Sistema de Ayuda a la Explotación permitirá a los reguladores adaptar la oferta de transporte a los imperativos del terreno "en tiempo real" en las mejores condiciones posibles.

Deberá tratarse de un sistema que permitirá al explotador garantizar una supervisión instantánea de la explotación en comparación a su explotación teórica. Esta supervisión se presentará de forma sintética (indicadores, capacidades, mapas, gráficos filares, sinópticos...) mediante un interfaz Hombre/máquina que deberá también permitir enviar órdenes de regulación al personal de explotación y a los equipamientos.

Para ello, el SAE deberá poder:

- importar antes del principio del día de explotación el programa teórico de explotación (asignación de los recursos materiales, humanos, por hora...) a partir de los programas informáticos de planificación del explotador. (Opcionalmente, el Adjudicatario del presente lote podrá presentar una solución SAE que en sus BBDD ya tenga incluidos estos programas de explotación)
- supervisar que se respete el programa teórico durante la explotación y, cuando proceda, generar alarmas a los operadores para que adopten medidas correctivas (actos de regulación, nuevas asignaciones de recursos...),
- Compilar al final de la jornada los balances estadísticos sobre la explotación realizada (kilómetros recorridos por tren, puntualidad, respeto de los intervalos, divergencias con el programa teórico..., así como todo dato que permita comprobar los resultados del sistema).

3.1.3 Sistema de Información Viajeros (SIV)

En cada estación o parada, podrán emitirse mensajes sonoros (registrados o no) a partir del PCS, en particular, en caso de perturbaciones. Estos mensajes podrán proceder:

- Automáticamente del SAE ("último tren", ...),
- Los agentes comerciales o de regulación: disponen de un pupitre específico, que les permite bien hablar directamente mediante un micro tipo "cuello de cisne" (sobre zócalo), bien difundir mensajes que previamente habrán registrado; la difusión puede tener lugar en una estación determinada, o en un grupo de estaciones de su elección

En cada estación, se mostrarán mensajes visuales (registrados o no) en los paneles de información a viajeros a partir del PCC y PCS, para anunciar los horarios, llegada y salida de trenes, pero también en caso de perturbaciones. Estos mensajes podrán proceder:

- automáticamente del SIV (hora, llegada, salida...),
- de los agentes de regulación o comerciales, a través de los mandos de la estación SAE SIV Radio,

En el exterior de los trenes, el número de línea y el destino se indicarán sobre paneles visibles frontal y lateralmente.

A bordo de los vehículos:

- mensajes sonoros podrán ser emitidos por el conductor o el agente de regulación del PCC,
- Se podrán mostrar mensajes visuales sobre las pantallas embarcadas.

3.1.4 Comunicaciones

3.1.4.1 Sistema Radio

Se instalará un sistema de radio para:

- el intercambio de datos entre el PCC y los trenes
- la radiofonía.

La red de radio deberá cubrir como mínimo la línea de metro ligero, las cocheras, los accesos de carreteras para los vehículos de intervención y los locales de explotación. Es necesario prever equipos adicionales para la zona del metro ligero que discurre bajo túnel. Se propone una solución tipo antena repetidora y cable radiante, a instalar en los muros del túnel.

Como modificación sobre el sistema de Radio (Tetra) con respecto a lo inicialmente establecido en el Proyecto Vigente, se reducen el número de nodos (de 9 a 8 Uds.) y éstos no se ubicarán necesariamente en los recintos preestablecidos propios de la red de Metro (paradas), sino en otras ubicaciones más idóneas. Del mismo modo, en vez de los radioenlaces iniciales entre ellos, se utilizará la propia red de FO del trazado.

(en el apartado "Planos" aparece detallado el esquema de este sistema).

En cualquier caso, el sistema deberá contabilizar el volumen de datos transmitidos por cada uno de los sistemas (TETRA, WIFI y GPRS/3G/4G) para efectuar estudio de cobertura y análisis de tráfico.

3.1.5 Comunicaciones e interfaces

En este apartado se describen todas las comunicaciones, las características y funcionalidades exigidas a las mismas.

Atendiendo al número de sistemas y al destino y localización de estos, podemos distinguir entre al menos los siguientes:

3.1.6 Comunicaciones Sistema Central.

- Comunicación con Equipamiento embarcado por cuatro canales: vía RIS (red de Fibra Óptica), Radio (TETRA), GPRS/3G/4G y vía WIFI en cocheras.
- Comunicación con paneles del Sistema de información al viajero en paradas y estaciones.
- Comunicación con los sistemas de planificación que gestionan las topologías de líneas.
- Comunicaciones con sistemas de planificación de servicios y asignación de conductores.
- Comunicación con sistemas de talleres (coordinación unidades de embarcado averiadas) para partes de avería.
- Comunicación con sistemas de billeteaje
- Comunicación con servicios/interfaces, que alimenten los canales Web, App para móviles, etc.

3.1.7 Comunicaciones De Sistemas Embarcados Con:

- Comunicación con todos los elementos y subsistemas embarcados como: Manos libres y voz.
- Terminal GPS y odómetro.
- Sistema de Billeteaje.
- Cámaras en caso de que se instalen.
- Megafonía. Interior y exterior
- Mando para discapacitados visuales (Ciberpass).
- Sensores de puertas.

- Sensores de conteo de pasajeros.
- CANBUS/FMS.
- Letreros de configuración de destino y línea.
- Display y pantallas de información multimedia (SIV).
- Sistemas de control semafóricos.

3.1.8 Arquitectura SAE SIV Radio

EL sistema SAE SIV Radio será compuesto de:

- Servidores SAE, SIV y Radio,
- Estaciones SAE SIV Radio, una por puesto de control,
- 1 Estación SAE SIV radio para el puesto del Agente Comercial (equivalente a un puesto de control)
- 1 estación de administración,
- 1 estación de mantenimiento,
- Equipos de radiotransmisión tipo TETRA,
- Equipos de radiotransmisión tipo RLAN (WLAN) en las cocheras,
- Los paneles de Información a Viajeros en estación,
- Equipos embarcados en los trenes (pantallas luminosas exteriores, pantallas luminosas interiores y megafonía)

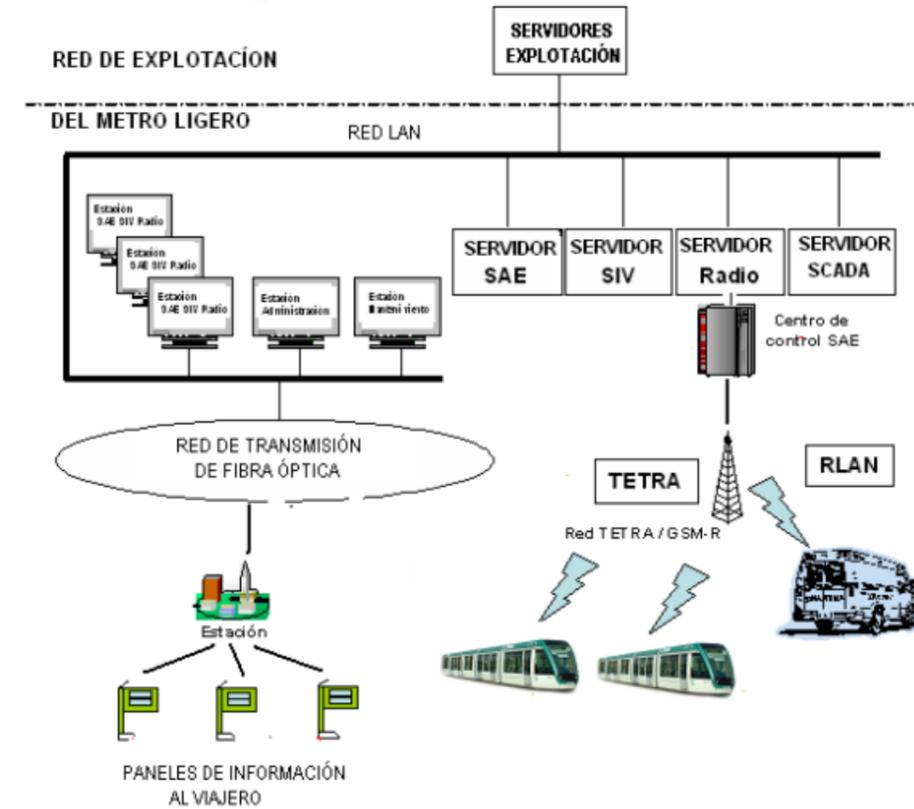


Figura 2 Diagrama de funcionamiento de los sistemas

4 ESPECIFICACIONES FUNCIONALES SAE

4.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA CENTRAL SAE

A continuación, se detallan los requerimientos del SCSAE y cada uno de los módulos de los que se compone.

4.1.1 Descripción.

El Sistema Central del SAE, SCSAE estará formado por todos los módulos Hardware y Software necesarios para permitir que todas las funciones se puedan realizar con la mayor eficiencia, comodidad y fiabilidad posibles.

La plataforma principal del Sistema Central de Operación debe incluir por un lado una plataforma de respaldo para contingencias y consultas, y por otro el hardware necesario para que los operadores puedan realizar las gestiones necesarias en los puestos de operador. Además, se dispondrá de una aplicación o conjunto de aplicaciones para la gestión de SAE.

El SCSAE comprenderá todos los trabajos de instalación, configuración, desarrollo e integración del CORE del sistema con el resto de los periféricos y módulos software de los que se compone.

Este sistema debido a su gran complejidad y alcance se dividirá en módulos orientados al desarrollo de las funcionalidades que ofrecen. Así podemos distinguir entre:

4.1.2 Módulo De Gestión:

El módulo de gestión abarcará toda la arquitectura y desarrollo necesarios para la definición y gestión de la topología de red, y todos los elementos asociados a la red. Asimismo, dentro de este módulo se engloban los trabajos relativos al proceso de planificación del servicio, definición de recursos y configuración de permisos y usuarios.

4.1.3 Módulo de operación:

El módulo de operación integrará todas las herramientas y recursos disponibles para los usuarios operativos. Entre estas herramientas destacaremos la cartografía con la representación de líneas, los sinópticos o representación en modo termómetro del estado de las unidades de embarque en sus respectivas líneas, el seguimiento de la flota, el control del servicio la gestión de incidencias, gestión de mensajería a las unidades y paneles y sistemas de información al usuario, la gestión de emergencias y la gestión de llamadas de voz.

Hay que destacar el tratamiento de operaciones de regulación del servicio, que será tarea fundamental de este módulo, o incluso podría ser su propio módulo

4.1.4 Módulo de explotación:

Este módulo ofrecerá información detallada y personalizada de datos históricos basados en los diferentes parámetros relacionados con el servicio de transporte que han sido previamente capturados y almacenados en el sistema.

4.2 DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL

Las funcionalidades generales del sistema residente en el Centro de Control son:

- Definición de los elementos de la red de la empresa de transporte.
- Control y gestión de los servicios ofrecidos. Se dispondrá de facilidades de visualización de los servicios de la empresa de forma esquemática (termómetros) y sobre cartografía.
- Información a Usuarios a través de paneles informativos en punto de red e información en vehículos.

De entre las funcionalidades disponibles en el Centro de Control se describirán a continuación los módulos con interfaz de usuario siguientes:

- Módulo de Edición de Red: será el responsable de todos los procesos relativos a la gestión de la red de transportes. Consta de los siguientes subprocesos:
 - Definición de puntos de red: identificación, georreferenciación y configuración de elementos con localización precisa pertenecientes a la red de transporte.
 - Definición de líneas: identificación de las líneas.

- Definición de itinerarios: identificación, configuración y definición de recorridos georreferenciados

- Módulo de Operación: será el encargado de la regulación de la red, en términos de corrección de desviaciones, retrasos y adelanto. Asimismo, permitirá la visualización de la posición, estado de todos los vehículos de la red de transportes:
 - Asignaciones de líneas a operadores
 - Visualización de la evolución de los servicios (localización y estado): termómetros, cartografía, tablas horarias planificadas.
 - Acciones de Regulación: Adelantos, retrasos, retiros.
 - Mensajería entre Centro de control y Vehículos.
- Módulo de Gestión: se encargará de facilitar a los usuarios del sistema la configuración básica del Centro de Control. Todos los datos introducidos en este módulo conformarán la base de trabajo para el resto de las aplicaciones. Constará de los siguientes procesos:
 - Explotación: Este proceso permitirá elaborar informes con la información recogida para realizar un seguimiento de lo acontecido en la red de transporte.
 - Volcado: Mediante este proceso se realizará el volcado de la información actualizada entre el Centro de Control y los vehículos.
 - Integración con aplicaciones corporativas: Extracción de datos relativos a conductores, vehículos, horarios, asignaciones.
 - Administración de mensajería: Se permitirá al usuario definir el contenido de los mensajes predefinidos del Centro de Control y el equipo embarcado.
 - Notas: Este proceso permitirá a los usuarios generar anotaciones para su propio uso o recibir notificaciones del sistema.
 - Configuración: Mediante este proceso será posible dar valores a todas las variables necesarias para el correcto funcionamiento del sistema.
 - Usuarios: Este proceso permitirá generar diferentes perfiles de acceso al sistema con sus correspondientes permisos y privilegios.

Para acceder a los diferentes módulos con interfaz de usuario descritos se dispondrá de una pantalla de inicio donde se solicitará el login y contraseña del usuario para establecer su perfil y sus permisos de acceso.

4.3 SISTEMA DEL SAE

Es el proceso principal del sistema y responsable de mantener el resto de los módulos operativos. Como núcleo principal debe cumplir las siguientes funciones:

- Comunicación principal con la base de datos para consultas y almacenaje de información.
- Comunicaciones con la flota de vehículos para conocer su estado en tiempo real.
- Cálculo y estimaciones de tiempos de llegada y distancias entre autobuses.
- Cálculo de tiempos e información para sistemas de mensajería en paradas.
- Conexión con sistemas WEB y Aplicaciones móviles.
- Conexión con puestos de control.

- Programación de eventos (descarga de videos, telecarga de unidades, configuración de versiones, etc.).

4.3.1 Dimensión Y Capacidad

Los elementos del Sistema, al igual que cualquier otro elemento común, deberán dimensionarse de forma que sea posible ampliar la flota de Unidades de embarcado sin necesidad de realizar modificaciones en los mismos. En particular la plataforma suministrada deberá ser suficiente para poder gestionar una flota de al menos 50 Unidades y 3 puestos de operadores trabajando de forma simultánea.

4.3.2 Disponibilidad

La plataforma tecnológica del Sistema SAE deberá estar diseñada para que se pueda acceder al sistema para comprobación de la operación en línea y para consultas sobre la información disponible en el sistema las 24 horas al día, 7 días a la semana los 365 días del año.

No se admitirán paradas periódicas para tareas de funcionamiento normal. El sistema solo admitirá paradas por tareas de actualización y mantenimiento fuera de una operativa normal, y solo durante un corto periodo de tiempo.

El sistema debe tener previsto un sistema de respaldo para poder realizar una gestión de la operación de emergencia en caso de caída de la plataforma principal, para lo que se deberá tener toda la información actualizada en todo momento en la plataforma de backup.

Mientras el sistema de respaldo no esté siendo utilizado para la función de backup, el sistema asumirá la carga de trabajo que se requiera al realizar todas las consultas, tanto por los administradores del sistema como por otros estamentos del Metro de Granada, sobre información histórica disponible, sin afectar al rendimiento de la plataforma principal en operación, en el que solo se efectuarán las consultas de la operación del día. El adjudicatario en cualquier caso puede proponer una solución que mejore la funcionalidad descrita siempre y cuando Metro de Granada, acepte las condiciones expresamente.

4.3.3 Localización

El Servidor del SAE se instalará en el CPD que estará en la sala de servidores del CPD del PCS

El adjudicatario debe especificar los requerimientos de hardware necesarios para que el servidor pueda ser instalado. Se valorará el uso de entornos virtuales basados en VMWARE para la instalación tanto de la base de datos como del Core y los módulos correspondientes.

Si fuera necesario equipamiento adicional tales como servidores físicos, electrónica de red o cualquier otro tipo de dispositivo físico para el funcionamiento del Sistema Central y sus módulos, los licitadores deberán contemplar el suministro, instalación, configuración y puesta en marcha.

4.3.4 Generalidades

El sistema SAE se divide funcionalmente en 4 funciones principales:

- La función de descripción geográfica de las líneas (SIG),
- La función de ayuda a la toma de servicio (SAPS),
- La función de ayuda a la explotación (SAE) central y embarcada,
- La función de análisis estadísticos,

4.3.5 La función SIG

- Este módulo permite:
- establecer la correspondencia entre las líneas de metro ligero y los segmentos del trazado de los viales sobre un fondo de plan vectorial;
- colocar las paradas sobre los segmentos de viales. (a esta función muchas veces se la llama herramienta de definición topológica)

4.3.6 Funciones SAE

Sí, el Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE) debe tener la capacidad de adaptarse a las diferentes necesidades de operación en función del horario y la frecuencia del servicio del metro. Por ejemplo, durante las horas punta, cuando el número de pasajeros es más alto, el SAE debe ser capaz de adaptar la frecuencia de los trenes para satisfacer la demanda y reducir los retrasos.

Además, la posibilidad de crear bucles con regulaciones independientes permite tener un mayor control sobre el flujo de tráfico y evitar cuellos de botella en el sistema. Esto puede ayudar a mejorar la eficiencia del servicio y reducir los tiempos de espera para los pasajeros.

Es importante mencionar que la regulación por horario y frecuencia y la creación de bucles con regulaciones independientes son características avanzadas y su disponibilidad puede variar dependiendo del sistema de SAE que se implemente, por lo que se recomienda realizar un estudio preliminar para establecer las funcionalidades del sistema a implementar.

Las funciones SAE esperadas del sistema son las siguientes:

- Administración: Estas funciones se refieren a la parada y al arranque del sistema, así como a la protección de las distintas configuraciones del sistema,
- Parametrización de la herramienta: Estas funciones permiten adaptar la herramienta a la utilización que se hará por el explotador. Esto cubre, en particular, la parametrización de los sinópticos de las líneas y de los mensajes normales.
- Inicialización: Se trata de las funciones que permiten la puesta en marcha del sistema, a saber, importación de los datos, puesta en hora del sistema, conexión al sistema.
- Parametrización de la explotación del día: Estas funciones permiten crear los datos tales como vehículos laboratorio, VUT (metro ligero).
- Seguimiento de los vehículos: Estas funciones permiten garantizar la definición de los vehículos seguidos y su localización.

- Regulación: Se trata de todas las funciones vinculadas a la regulación propiamente dicha del tráfico, tanto en modo nominal (cálculo del adelanto/retraso) como en una perturbación (maniobras de regulación).
- Visualización: Son las funciones que, a partir de los resultados producidos por las funciones de seguimiento y regulación, permiten construir y visualizar las imágenes sinópticas, las imágenes sobre fondos cartográficos, la imagen de síntesis de la red, así como la imagen de las informaciones sobre los vehículos de una línea.
- Gestión de las correspondencias: Estas funciones cubren la gestión de las correspondencias autobús/metro ligero o tren/metro ligero.
- Ayuda al operador: Bajo este término se agrupan las utilidades que facilitan el trabajo diario del operador tales como agenda, gestión de las alarmas de explotación y técnica, consulta de los relevos de conductores,
- Mensajería: Estas funciones se refieren a la creación y a la difusión de mensajes destinados a los conductores desde un puesto operador del PCC o hacia el PCC desde el pupitre del conductor
- Recogida de los datos de explotación: Estas funciones cubren el almacenado de los datos normales de explotación; cubren también la puesta en marcha de las campañas laboratorio.
- Interfaz usuario radio: Se trata de describir el interfaz usuario ofrecido a los reguladores y a los conductores para efectuar el control de la herramienta de radio y visualizar las llamadas de radiofonía en espera.
- Control de los periféricos SIV embarcados: En función de los datos reales de explotación (p.ej.: llegada a una parada), el SAE embarcado controla los distintos equipos SIV embarcados (pantalla exterior, pantallas visuales interiores, megafonía embarcada).
- Reproductor de Video: El SAE será capaz de visualizar una situación real registrada en el sistema, en tiempo diferido. Generación de los contenidos de las pantallas SIV en estaciones
- Interfaz usuario SAE. Se trata del interfaz entre la CPU SAE y el IHM que permitirá al conductor interactuar con el sistema SAE en lo que a los criterios de explotación se refiere.

El equipo SAE embarcado, además de lo comentado anteriormente estará programada para permitir la configuración maestro-esclavo cuando se circule en doble composición (no previsto en el Proyecto Constructivo). Asimismo

4.3.7 La Función SAPS

Esta función permite gestionar:

- La toma y deja de servicios,
- las anomalías inherentes a las misiones especiales, a las ausencias,
- los cambios de asignación,
- las creaciones de vacaciones suplementarias.

Esta función es independiente de la función SAE, pero está intercomunicada con el sistema y forma parte del alcance del presente lote "SAE, SIV, Radio"

Anejo N°7. Sistema Sae, Siv Y Radio

4.3.8 La función Estadística

La función Estadística permite analizar la explotación, a partir de datos recogidos durante la explotación de distintos sistemas SAE, SIV.

La recogida se efectúa de manera diaria para algunos datos, y a la demanda para datos más finos (modo laboratorio).

El análisis se hace a partir de ediciones de datos estadísticos incorporados, periódicos o a la demanda, o a partir de peticiones predefinidas o compuestas previa petición.

4.4 **MODELO DE DATOS**

4.4.1 **Generalidades**

Estos datos se presentan independientemente de un sistema o lote, ya que constituyen la referencia sobre la que se apoya el conjunto del sistema para funcionar.

4.4.2 **Datos topológicos SAE**

Se trata de los datos que describen el conjunto de la red desde una visión topológica; es decir:

- Los itinerarios: para el metro ligero se describirán todos los itinerarios posibles incluidos los itinerarios de VUT (vía única temporal)
- polos de intercambios o intercambiadores o puntos de intercambio (nombre y posición precisa)
- estaciones o paradas metro ligero (posición, longitud de las paradas, posición del punto de paro sobre el andén)
- puntos de regulación (nombre y posición precisa)
- Inter distancias entre puntos de regulación
- secuencia entre estaciones
- el plan de intervención durante intemperies (nieve...)
- tramos comunes a las líneas
- cruces de carreteras (aquellos en los que se desea supervisar el tiempo de paso)
- de las cocheras (entrada/salida de cocheras)
- balizas de relocalización del metro ligero (posición)
- agujas metro ligero (posición)
- de los puntos de engrase (Metro ligero)
- códigos de la pantalla exterior para cada trayecto

Estos datos son generados por las aplicaciones informáticas del Explotador. Varias versiones de datos operacionales podrán cohabitar con fechas de aplicación diferentes.

Estos datos son utilizados por el SAE central, que las difunde a los vehículos (funciones de seguimiento y regulación).

También son utilizados por el SIG (función creación de los datos topológicos geográficos). Los datos que faltan deberán poder ser creados a partir del SAE.

No habrá duplicaciones entre los datos proporcionados por las aplicaciones del Explotador y los datos producidos por el SAE.

4.4.3 **Datos horarios teóricos SAE**

Se trata de los siguientes datos:

- los tipos de día
- el calendario

- los tiempos de recorrido
- los trayectos (trayecto comercial, ...)
- los servicios

Estos datos son producidos por las aplicaciones informáticas del Explotador. Son utilizados por el SAE (función de regulación).

4.4.4 **Datos cartográficos**

Son datos vectoriales (plano base) que describen el servicio de vías y obras de la ciudad mediante:

- Número de vías en circulación,
- Dimensión de las vías,
- Sentidos de circulación autorizados,
- Cruces

Según la riqueza del plano base, otras informaciones pueden encontrarse en los datos cartográficos, tales como los lugares y establecimientos principales de una ciudad.

La base de datos vectoriales, así como los planos cartográficos serán proporcionados por el Explotador.

4.4.5 **Datos de explotación**

4.4.5.1 Datos de correspondencia

Son los datos teóricos necesarios en la aplicación para la gestión de correspondencias bus/metro ligero o tren/metro ligero. Se trata de:

- Las correspondencias (paradas en correspondencia, distancias entre las paradas),
- Los tiempos de correspondencia (tiempo de recorrido a pie de los viajeros entre paradas).

Estos datos son producidos por las aplicaciones informáticas del Explotador. Son utilizadas por el SAE (funciones de gestión de correspondencias).

4.4.5.2 Datos de localización odométrica

- Se trata al menos de los datos siguientes:
- posición de las balizas de reposicionamiento
- distancia con relación a estas balizas
- aperturas de puertas
- sentido de la marcha

Estos datos son generados por los equipos embarcados (en el supuesto de que solo se disponga de la odometría completada por balizas de reposicionamiento en el suelo).

Son utilizadas por el SAE (funciones de localización). Los datos se dan a título orientativo, el licitador podrá proponer soluciones alternativas para realizar la localización de los trenes.

4.4.5.3 Datos de recursos

Se trata de:

- la asignación de los conductores a los servicios
- la asignación de los vehículos a los servicios
- el cuadro de relevos (de turnos) de conductores

Estos datos son producidos por las aplicaciones del Explotador. Son utilizadas por el SAE central (función de ayudas al operador).

4.4.5.4 Datos de kilometraje

El SAE será capaz de proporcionar el dato de kilometraje para cada vehículo equipado con un sistema SAE embarcado.

Los interfaces se definirán en colaboración con los servicios implicados del Explotador en función de cómo desee recibir/ utilizar la información.

4.5 **FUNCIONES SIG**

4.5.1 **Descripción geográfica de las líneas**

Este módulo debe gestionar todo lo relativo a la representación cartográfica del entorno y los servicios.

El sistema debe proveer de representación cartográfica para la visualización de las unidades de embarcado sobre un mapa. Con representación de las líneas y todos sus elementos (paradas, estaciones, paneles, puntos de interés, cocheras, etc.)

Es imprescindible que tenga la capacidad para mostrar una, varias o todas las líneas sobre un mismo mapa simultáneamente.

Además, debe tener capacidad de filtrar elementos asociados a una o varias líneas, como sus unidades de embarcado, paradas, estaciones, paneles, etc.

Su interfaz debe facilitar al menos los siguientes puntos:

- Fácil y ágil navegación por la cartografía, tanto en desplazamiento como en niveles de zoom. (Zoom regulable con botones y con rueda mouse o similar).
- Personalización de elementos a mostrar, por parte del operador:
 - Una o varias líneas.
 - Recorridos Ida y/o vuelta.
 - Paradas (con información asociada).
 - Estaciones (con información asociada).
 - Talleres y Cocheras (con información asociada)
 - Unidades de embarcado (con información asociada).
 - Paneles (con información asociada).
- Vista Mapa y vista satélite. Cartografía actualizable.

Los mapas podrán ser de Google Maps, Openstreet Maps o Shape ETRS89 UTM30N. El módulo cartográfico en ningún caso debe estar cerrado a su propio sistema cartográfico y debe tener la posibilidad de adaptarse a diferentes cartografías comerciales o abiertas.

Sea cual sea el sistema de representación deberá ser actualizable periódicamente para adaptarse al crecimiento y los posibles cambios sufridos en las calles de la ciudad de Málaga.

- Vista clara de cocheras, con el nivel de zoom adecuado para poder localizar un vehículo en el interior de las instalaciones y filtros para ver las unidades de embarcados asignados, unidades de embarcado sin servicios, averiados, etc. En este sentido la interfaz cartográfica debe poder cambiar, fácilmente entre vista normal (visualización de líneas), y vistas de zonas de interés, como es el caso de las propias cocheras.
- Búsqueda de unidades de embarcado, con desplazamiento del mapa y zoom sobre la zona donde se encuentre las unidades de embarcado objeto de la búsqueda.
- Acceso a rejilla con información sobre las unidades de embarcado asignadas y no asignadas, fuera o en cochera, horas entradas/salida cocheras, etc.
- Control de zonas de interés, con generación de alertas al operador.
- Acceso a gestión de un grupo de paneles seleccionados por zona marcada con puntero de ratón, para posible envío mensajería, control de tiempos, etc.
- Gestión de retrasos, planificados y en tiempo real, con acciones sobre elementos afectados por el retraso. Un ejemplo sería la anulación de tiempos sobre las paradas afectadas por el retraso. El sistema debe ser capaz de propagar la información del retraso de forma automática al resto de paneles situados en marquesinas, así como a los servicios web que suministran los datos a la página web y APP que este y funcionamiento al momento de la puesta en marcha del servicio.
- Al igual que en el sinóptico información sobre los elementos que se muestren. Se añade la necesidad de reflejar también las coordenadas de posicionamiento.
 - Información sobre distancias en metros.
 - Filtro para visualización de flota con problemas GPS o problemas en comunicaciones.

4.5.2 **Integración Con Google Traffic**

Se requerirá que en el cartográfico sea posible representar la capa de Google Traffic. Google Traffic™ es una función de Google Maps™ que muestra las condiciones del tráfico en tiempo real en las principales carreteras.

La información de tráfico se actualiza con frecuencia, pero no al instante por lo que no se requerirá una actualización inmediata.

La idea es que los puestos de inspección tengan acceso a una vista donde se representen simultáneamente la línea o líneas seleccionadas y la información proporcionada por la capa de Google Traffic.

El propósito es ayudarlo a tomar decisiones informadas sobre su viaje, proporcionando información actualizada sobre lo que está sucediendo actualmente en las carreteras próximas a las vías del Metro de Granada y pronosticar las condiciones del tráfico. Con esta aplicación en línea de Traffic Map by Google™, puede ver si hay retrasos importantes o atascos de tráfico en

su ruta y, de ser así, puede tomar una decisión que, con suerte, evitará que se sienta en colas inesperadas en trayecto el metro de Granada.

4.5.3 Descripción de los sinópticos de las líneas

Los sinópticos de las líneas permiten una visualización esquemática de las líneas, o de tramos de líneas, además de la visualización cartográfica de cada itinerario.

El esquema de una línea consta de un conjunto de segmentos de recta que describen todos los itinerarios utilizados por los vehículos que circulan en esta línea.

Los sinópticos serán creados por el SAE después que el usuario haga la definición topológica de la línea y sus trayectos.

El sistema permitirá crear varias versiones de esquemas sinópticos para una misma línea.

Idealmente, este sistema dispone de la descripción de las líneas a partir de las paradas y permite:

- elegir en una lista (u otro medio ergonómico) las paradas a posicionar;
- deducir automáticamente la correspondencia (línea - segmentos del plano base) a partir de las paradas de paso

La creación de un sinóptico de línea será posible a partir de una presentación del conjunto de paradas y puntos notables visualizables. De este modo el operador posicionará en la pantalla la terminal de salida y sucesivamente todos los demás puntos de parada hasta el término de llegada. Los segmentos de recta se trazan automáticamente.

En el momento de la introducción de datos, se efectúan algunos controles con el fin de no permitir, por ejemplo, la superposición de dos paradas que tienen abreviaturas (mnemotecnias) diferentes. No obstante, el editor permite, en el caso de itinerarios que implican troncos comunes, superponer o no estos troncos comunes, a la conveniencia del operador.

En el caso de los autobuses, el número de líneas será demasiado importante para contentarse con una superposición de las distintas sinopsis de líneas. Las sinopsis de síntesis deben permitir el seguimiento de diferentes modos tal como se define en el capítulo "Seguimiento".

4.6 FUNCIONES SAE

4.6.1 Administración

Existirá un perfil de mantenimiento general común a todos los módulos, el de Administrador, que mantendrá el sistema y en particular la base de datos de la aplicación en el Centro de Control.

4.6.1.1 Generalidades

Las funciones de administración son automáticas o no son accesibles nada más que para el perfil "Administrador".

4.6.1.2 Comienzo de la aplicación

Esta función engloba la secuencia de comienzo de la aplicación SAE central. Se trata del comienzo del "servidor", aplicable:

- Al principio de día de explotación,
- Durante el día de explotación (modo degradado).

4.6.1.3 Parada de la aplicación

La parada de la aplicación SAE provocará instantáneamente un almacenaje del contexto de los datos. Al comienzo de la aplicación, el sistema propondrá al regulador la posibilidad de volver a comenzar sobre el contexto guardado o sobre los datos inicializados.

4.6.1.4 Guardado de datos

Los datos salvaguardados incluyen los siguientes:

- datos teóricos de explotación,
- datos ejecutorios (teórico modificado),
- datos de explotación (alarmas, datos tomados de los vehículos con fines estadísticos).

Los procedimientos de guardado de datos serán los siguientes:

- manual desde el módulo SAE hacia un soporte externo;
- automático, cada 15 minutos como máximo, realizado por el módulo SAE en funcionamiento, y con el fin de permitir la recuperación de los contextos de funcionamiento en caso de paro de la aplicación SAE.
- (Desde Proyecto se recomienda que el guardado de los datos sea inmediato, para evitar innecesarios almacenamientos en búfer)

4.6.1.5 Restauración de datos

Tras un paro inesperado del sistema, y si el comienzo tiene lugar en el mismo día, el conjunto de los datos salvaguardados se restaurará en la aplicación. No obstante, si la interrupción es superior a 15 minutos, el sistema deberá proponer al operador si desea o no volver a arrancar con los datos salvaguardados.

Después de 15 minutos de interrupción, un procedimiento de puesta al día de la base de datos, mediante interrogación de los equipos, será lanzado automáticamente.

Sea la parada de la duración que sea, una vez arrancado el sistema empezará a recibir informaciones actualizadas de los vehículos. Todo el contenido deberá estar restaurado en menos de 5 minutos.

4.6.1.6 Definición de los perfiles de usuarios

El acceso a la aplicación SAE está controlada por el sistema a través de los perfiles de usuarios.

Los perfiles de usuarios serán los siguientes:

- Perfil de regulación: El cual podrá acceder al Módulo en modo de gestión y consulta. Dentro de él existirán dos grados de gestión:
 - Coordinador: Con acceso total a visualización y a un subconjunto de procesos de gestión.
 - Operador: Con acceso restringido por líneas a visualización y a un subconjunto de procesos de gestión.
- Perfil de visualización: Que podrá acceder al Módulo únicamente en modo consulta.

4.6.2 Parametrización de la herramienta

4.6.2.1 Generalidades

Estas funciones cubren las necesidades relativas a la evolución de la red de transporte (extensión de línea, modificaciones in extremis del nombre de las estaciones...).

Sólo el Administrador y el responsable método tienen acceso a esta función.

4.6.2.2 Parametrización de los sinópticos de línea

El esquema sinóptico de una línea consta de un conjunto de segmentos de recta que describen todos los itinerarios utilizados por los vehículos que circulan en esta línea. Permiten una visualización esquemática de las líneas o de tramos de líneas, además de las visualizaciones cartográficas de cada itinerario.

A partir de los datos topológicos SAE, la función permite, para cada línea:

- la elaboración automática de un sinóptico por defecto que implica uno o más itinerarios seleccionados de antemano por el operador;
- la modificación de los parámetros del trazado (color, fuentes, grosor de los trazos);
- la modificación de los pictogramas asociados a los distintos estados de un vehículo
- la modificación del código de las estaciones;
- la visualización o no de algunos puntos de parada;
- El aumento de zonas sensibles de una línea (ejemplo de la sección común Línea 1 y Línea Central),

El esquema sinóptico así creado debe poder guardarse, renombrarse y ser accesible posteriormente.

Es posible crear varias versiones de una misma línea, cada una con su sinóptico. Uno de estos sinópticos es seleccionado como sinóptico por defecto de la línea.

Los sinópticos de síntesis deben poder permitir el seguimiento en diferentes modos. Como mínimo:

- seguimiento de las líneas regulares de metro ligero,
- seguido en modo degradado,

- Seguimiento en modo "marcha en vacío". (en adelante se usará la abreviatura marcha HLP")

Sobre la cartografía, los modos de seguimiento descritos aquí arriba deberán ser visualizables y parametrizables de la misma forma, por un usuario habilitado.

El sinóptico siempre presentará el mismo aspecto; pero los vehículos se dibujarán de una u otra forma en función de si están en funcionamiento regular, degradado o en "marcha en vacío"

Importante: Se solicita una doble representación de cada vehículo: la real y una virtual con la posición del vehículo donde debería estar en ese momento de acuerdo con su horario.

Ambas representaciones se deben mostrar simultáneamente.

4.6.3 Verificación de los datos de explotación

Los datos topológicos y horarios podrán ser modificados parcialmente por las aplicaciones del Explotador. Los datos correspondientes se transmitirán al SAE con una fecha de aplicación específica. Podrán ser transmitidas varias semanas antes de sus fechas de validez operativa.

La función de verificación de los datos de explotación permitirá probar la coherencia y la validez de los datos transmitidos. El objetivo será anticipar los problemas para evitar los fracasos o errores de seguimiento, el día que los datos sean utilizados por el sistema en tiempo real.

El operador SAE lanzará esta prueba manualmente, para una validación global de la base de datos del SAE. Se comprobarán todos los datos de explotación de la red, para todos los tipos de días, a partir de una fecha escogida por el operador.

Después de la verificación, un informe detallado permitirá validar los datos importados o, cuando proceda, analizar los problemas identificados.

Las herramientas de configuración, que deberían incluirse como parte del suministro del SAE; deberían hacer este chequeo automáticamente antes de consolidar la información en BDD. Las propias herramientas se encargarán de que no existan datos incoherentes.

En todo caso, el SAE-TR siempre realizará un chequeo de los datos en el momento del arranque e incluirá un modo de arranque "A PRUEBA DE FALLOS" al estilo Windows, que ignorará la configuración existente e inicializar el sistema con la información básica segura que permite localizar y establecer comunicación con los vehículos.

4.6.4 Inicialización

4.6.4.1 Importación de datos hacia el módulo SAE central

Esta función consiste en transferir los datos topológicos SAE y los datos horarios teóricos desde las aplicaciones informáticas del Explotador hacia la aplicación SAE.

Esta transferencia se realiza por intercambio de ficheros a petición de un operador habilitado.

4.6.4.2 Importación de datos hacia los módulos SAE embarcados

Esta función consiste en transferir los datos topológicos SAE y los datos horarios teóricos hacia los módulos SAE embarcados a bordo de los vehículos. Cada vehículo dispone así de la descripción de la totalidad de la red de línea y del parque correspondiente a su tipo.

Solo se transferirán estos datos si el vehículo tiene necesidad de ellos: modificación de la versión aplicativa, modificaciones de los datos, inicialización del material embarcado.

Un diálogo entre el sistema central y el material de SAE embarcado permitirá comenzar la transferencia.

El regulador podrá modificar los ficheros horarios recibidos de la aplicación externa. En este caso, se genera una nueva versión del fichero que debe poder transferirse al vehículo sea cual sea su posición y su asignación en curso.

El titular propondrá varios modos de transferencia de datos que permitirán adaptarse a las dificultades de explotación, como mínimo:

- Red LAN radio para los volúmenes importantes,
- Radio TETRA para las transferencias en líneas,
- En el banco de mantenimiento, volviendo a montar el ordenador sobre el vehículo.
- Por memoria tipo USB Flash

4.6.4.3 Puesta en hora del PCS y de los vehículos

Esta función permite garantizar la utilización de una misma referencia horaria en todos los equipos del sistema.

Se realiza mediante la conexión del SAE central a una central horaria externa (Sistema de Cronometría definido en anejo 5 Control, Supervisión y Comunicaciones. A continuación, el SAE central se encarga de difundir la hora a los vehículos.

Los relojes deben ser estables y no tener una desviación de más de 10 segundos para un equipo no conectado al sistema central durante una semana.

4.6.4.4 Conexión de los usuarios

Esta función representa el comienzo de la aplicación a partir de un puesto cliente. Una ventana de diálogo debe permitir al operador:

- escoger su nombre y su contraseña;
- seleccionar las líneas en las cuales desea trabajar (Línea 1 o Centro)

Un fichero de configuración para cada usuario permitirá guardar el contexto de explotación de las líneas supervisadas.

4.6.5 **Parametrización de la explotación diaria**

4.6.5.1 Generalidades

Estas funciones tienen por objetivo la puesta en marcha de condiciones de explotación temporales (servicios parciales, cortes de servicio parciales, etc....). Son utilizadas por el regulador.

Se acompañará cada modificación en los datos teóricos de un período de validez, de modo que se permita mantener la modificación después del cargado de nuevos datos teóricos. Por ello deben efectuarse comprobaciones de coherencia al cargar nuevos datos teóricos. En caso de inconsistencia entre la situación temporal y el nuevo cargamento, son los nuevos datos los que se tendrán en cuenta.

4.6.5.2 Declaración de una VUT

El regulador define el itinerario de la VUT (vía única temporal) a través de la representación de las líneas de metro ligero sobre el fondo cartográfico y elige:

- El origen de la VUT
- Un punto de retorno
- Un punto de destino

La descripción de esta VUT se asociará a un período de validez elegido por el regulador.

La descripción de esta desviación en términos de segmentos a recorrer se transmite del módulo SAE central a los módulos SAE embarcados.

El sinóptico de la línea asociado se actualiza para que figure en él la desviación entre las paradas con la ergonomía a definir por el Adjudicatario.

Se podrá seguir los vehículos en la vía única teniendo en cuenta las nuevas Inter distancias.

Debe poder definirse ON-LINE desde la aplicación de SAE-TR, sin necesidad de usar la herramienta de configuración topológica ni de reiniciar todo el sistema.

Una vez definido, debe quedar automáticamente almacenado de forma persistente, para los siguientes días.

4.6.5.3 Declaración de un servicio parcial

El operador define el servicio parcial que debe aplicarse, seleccionándolo en el menú que aparece en la pantalla.

La descripción de este servicio parcial se define, bien para el paso de un metro ligero bien para el conjunto de trenes (trazado permanente) hasta la destrucción de este servicio parcial por el operador.

La descripción del servicio parcial en términos de segmentos que deben recorrerse es transmitida por el módulo SAE central a los módulos SAE embarcados.

4.6.6 Alarmas

4.6.6.1 Definiciones

Una lista completa de las alarmas, clasificadas según su tipo, deberá ser propuesta por el Adjudicatario. Sin embargo, durante el análisis funcional, en colaboración con la explotación, se pondrá a punto una lista precisa y validada de las alarmas.

Las alarmas serán del tipo:

- Alarma de explotación: Acontecimiento que cuestiona inmediatamente la explotación o la seguridad (Llamada de socorro, salida en retraso, correspondencia defectuosa...),
- Alarma técnica: Disfunción de un equipo o de un sistema que requiere una intervención, sin que se ponga en peligro inmediato la explotación o la seguridad (Alarmas de radio, Alarma localización...),
- Alarma de mantenimiento: Acontecimiento que indica al operador que una operación de Mantenimiento debe efectuarse (número de horas de funcionamiento alcanzado para un equipo...),

4.6.6.2 Alarmas de explotación

Las alarmas siguientes deberán aplicarse (lista mínima y no exhaustiva que debe completar el licitador):

- Alarmas vinculadas a la gestión de las correspondencias (en central y embarcado)
- Alarmas de regulación
- Alarmas de seguimiento
- Alarmas relativas a las desviaciones
- Llamada de socorro: se trata de una señal emitida por el conductor que remonta desde el vehículo embarcado con destino al SAE central. El conductor apoya en un pedal, este apoyo activa el envío de una alarma prioritaria al PCC. En el PCC, el operador debe ser avisado de esta alarma por una IHM específica que el Adjudicatario debe definir en el diseño de su aplicación. Cuando se genera esta alarma, se debe activar el microambiente de a bordo para permitir a PCC escuchar lo que ocurre en cabina

4.6.6.3 Alarmas técnicas

Se trata de las alarmas que deben enviarse al SAE con fines de visualización, de mantenimiento y de estadísticas. Estas alarmas indican una disfunción en uno de los equipos. Las alarmas técnicas son "embarcadas" o "centrales".

Las alarmas embarcadas son las siguientes:

- alarma Radio
- alarma pupitre
- alarma localización

- alarmas técnicas material móvil: ocho informaciones todo o nada (contactos libres de potencial, abiertos o cerrados) a definir posteriormente,
- alarmas SIV
- alarmas de billeteaje

Las alarmas centrales son las siguientes:

- alarma Radio
- alarma localización
- alarmas técnicas material móvil: ocho informaciones todo o nada (contactos libres de potencial) a definir posteriormente
- alarmas SIV
- alarmas de billeteaje

Estas alarmas son detectadas por el ordenador SAE embarcado. Son utilizadas por el SAE central (función de ayudas al operador).

4.6.6.4 Alarmas de mantenimiento

Las alarmas de mantenimiento deberán ser definidas por la Explotación. La lista siguiente no es exhaustiva y deberá completarse en colaboración con el servicio en cuestión:

- Número de mensajes no recibidos
- Kilometraje parametrizado alcanzado
- Numero de reseteo
- Número de vehículos no seguidos
- Defecto en un equipo

4.6.6.5 Parametrización de las alarmas

- Parametrización de la activación de las alarmas: Esta función permite, para algunos tipos de alarmas, adaptar los límites máximos en duración y número de incidentes, a partir de los cuales la alarma debe activarse. La configuración del accionamiento (umbrales de activación) de las alarmas detectadas se realiza en los puestos operador y se memoriza sobre el módulo SAE central. La parametrización la realizan los usuarios habilitados.
- Parametrización del tratamiento de las alarmas: Esta función permite definir el tratamiento asociado a cada tipo de alarma
 - el grado de urgencia
 - si deben visualizarse las alarmas en las ventanas
 - si su aparición debe ser asociada a una alarma sonora y/o color conveniente
 - el texto y la ayuda en línea asociada
 - en qué puesto de trabajo deben indicarse
 - hacia qué perfil destinatario va dirigida

Nota: En la fase final, algunas alarmas podrán ser dirigidas hacia la aplicación Telemando (SCADA).

- Clasificación de las alarmas: las alarmas pueden clasificarse según x niveles de gravedad. Según este nivel varía el método de visualización de la alarma en el puesto del operador (color, brillo, etc.) permitiendo a éste dar prioridad al tratamiento de la alarma más grave.
- Inhibición de las alarmas: Las alarmas repetitivas se filtrarán teniendo en cuenta un límite máximo parametrizable. Algunas alarmas pueden desencadenar el accionamiento de otras alarmas. Por ejemplo, un defecto de alimentación eléctrica puede desencadenar aumentos intempestivos de alarmas, mientras que los propios equipos no están defectuosos. Para evitar este aumento "en avalancha" de acontecimientos, es necesario crear relaciones jerárquicas entre las alarmas y definir qué alarmas van a inhibir el accionamiento de otras alarmas.

4.6.6.6 Apagado de las alarmas

El operador apaga la alarma por validación, lo que significa que el acontecimiento que ha originado la alarma está siendo tratado, permitiendo:

- conocer la hora a la que el operador vio la alarma e inició el proceso de resolución,
- evitar, si la parametrización ha sido prevista en este sentido, que el mensaje de alarma sea emitido de nuevo.
- informar a los otros operadores que el proceso de resolución se ha iniciado,
- El hecho de apagar la alarma no hace desaparecer ésta de la zona alarma del puesto del operador, la alarma solo desaparecerá bajo la reunión de dos condiciones:
- el acontecimiento que ha originado la alarma ha desaparecido,
- se ha apagado la alarma.

Nota: Se considera el "apagado" de una alarma equivalente a su "reconocimiento", término usado en el Anejo nº 5 en el apartado dedicado a SCADA.

4.6.6.7 Indicación de las alarmas

En la aplicación SAE central, las alarmas se indicarán con una visualización específica según su nivel de gravedad y según el perfil de usuario.

El programa será capaz de guardar las bases de datos de alarmas y eventos y tendrá una pasarela para transferir todo el histórico de alarmas a la aplicación informática explotador (a definir). Dicha pasarela se considera incluida en el precio del suministro del software.

4.6.7 Función planificación

El SAE proporciona un esquema de datos fácilmente comprensible y orientado al negocio, destinado a recopilar la información de empresa necesaria para el funcionamiento del sistema.

Este planificador se trata de una serie de tablas que recopilan información acerca de vehículos, conductores, definición de servicios, definición de horarios, días festivos, asignación de horarios

a fechas, asignación de servicios a fecha, vehículo y conductor, y asignación de trayectos de incorporación y retiro.

Este modelo de datos representa el punto de entrada de información del Interfaz SAE, que es la aplicación encargada de validar y consolidar en el modelo de datos interno de operación, los datos de empresa necesarios desde el punto de vista de negocio.

Los datos que tienen origen en las aplicaciones de planificación horaria (denominadas genéricamente como APC) son cargados mediante un interfaz en el sistema. Para ello, se usan una serie de entidades-puente que son informadas por APC y accedidas por el interfaz.

Estas entidades tienen similitudes con sus equivalentes en el sistema SAE, reflejándose la actividad de la carga de datos en la entidad LOG SINCRONIZACION APC.

Se trata de una carga incremental, por lo que sólo deben informarse por APC cuando se produzcan novedades o actualizaciones sobre lo ya enviado al SAE.

4.6.8 Función seguimiento

4.6.8.1 Generalidades

El regulador deberá poder escoger un modo de seguimiento particular. Podrá cambiar, en cualquier momento de su servicio, el modo de seguimiento y será capaz de visualizar varios modos a la vez.

4.6.8.2 Principios generales para el seguimiento de vehículos

Los coches se codifican como grupo de líneas regulares de tren ligero.

Los trenes que no tengan coches afectados (mantenimiento, formación...) se seguirán con una ergonomía específica.

En perturbaciones importantes (nieve, huelga, accidente, etc...), la referencia a los horarios y coches teóricos no tiene ya sentido. Los trenes efectúan trayectos a medida de las disponibilidades sin asignación previa de coches o sin tener en cuenta sus asignaciones iniciales.

En este caso, el regulador puede "forzar" el seguimiento de estos vehículos en método degradado.

No habrá gestión de correspondencias con estos vehículos.

En método degradado el vehículo será seguido mediante un número de caja y se le asignará un tipo de visualización particular para la aplicación.

4.6.8.3 Localización

La localización del Metro ligero se realiza mediante la función localización del módulo SAE embarcado.

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

Este módulo recoge, a bordo del metro ligero, los valores de desplazamiento entregados por un captador odométrico y la información de reposicionamiento transmitida por balizas fijas y por un GPS embarcado.

La posición final de estas balizas respecto al eje de la vía ha sido modificada respecto al Proyecto Constructivo debido a la posición final que ocupará la antena embarcada en el material móvil.

La localización de los vehículos consiste en comprobar sucesivamente, uno o más criterios:

- La localización absoluta o 2D
- La localización en la línea, cuando la posición absoluta de un vehículo y los cursos posibles de la línea a la cual pertenece son coherentes
- La localización sobre el servicio previsto, cuando el módulo SAE regulación es capaz de hacer corresponder la posición de un vehículo y un servicio.

Los datos de localización de los vehículos son los siguientes:

- Datos en entrada:
 - La posición absoluta, proporcionada por las balizas de reposicionamiento
 - La distancia recorrida, calculada a partir de las informaciones odométricas,
 - El servicio que el coche está realizando actualmente, proporcionado por el módulo SAE embarcado,
 - La descripción de los itinerarios a recorrer, proporcionado por el SAE central
 - La apertura de las puertas del vehículo, indicada por el material móvil
 - La posición de las agujas (izquierda, todo recto, derecha), proporcionada por la aplicación de señalización ferroviaria embarcada,
 - El sentido de marcha de la unidad de embarcado, proporcionado por el material móvil (llave de entrada en cabina),
 - Posición GPS (información complementaria)
- Datos en salida: Los estados administrados por el módulo SAE son los estados "en línea", "deslocalizado" o en "talleres". Los estados "talleres" se determinan a partir de las informaciones de posición de agujas y los recorridos trazados, proporcionadas por la aplicación de la señalización ferroviaria en la central.

La localización de los vehículos de intervención, tales como los vehículos de servicios de mantenimiento o los vehículos de seguridad, podrá integrarse en la flota de vehículos localizables por el sistema de SAE.

4.6.8.4 Relocalización

Se dice que un vehículo está deslocalizado si el SAE no es ya capaz de determinar la posición del vehículo con relación a su trayecto.

En el PCS, se distinguen varios tipos de deslocalizaciones:

- La deslocalización absoluta o 2D, en el caso de disfunción de la caja de localización embarcada o avería en la comunicación de radio o, incluso, cuando un vehículo cruza una

zona de sombra de radio. En estos casos el módulo de localización del SAE transmitirá a los otros módulos adjuntos una información de deslocalización

- La deslocalización respecto a la misión, si el vehículo se encuentra sobre un tramo de la línea a la cual pertenece, pero no realiza la misión prevista (caso de un error del conductor). El vehículo es seguido en las pantallas de los puestos de operador del PCC mediante una representación en forma o color diferente de los otros vehículos seguidos. Por otra parte, el módulo de localización del SAE transmitirá a los otros módulos adjuntos una información de deslocalización (por ejemplo, módulo visualización).

A bordo de los vehículos de metro ligero y en caso de deslocalización o localización errónea, el conductor dispone de dos funciones de reposicionamiento:

- Puede indicar su llegada al término pulsando una tecla de su pupitre. Esta acción implica la relocalización en este punto y permite la actualización de los equipos controlados por el módulo SAE embarcado (paneles exteriores de información,),
- Selecciona un punto de parada y un sentido a través de una función a la que accede a través su pupitre, permitiendo, de esta manera, forzar la relocalización del vehículo en este punto.

4.4.9 Función de regulación

4.4.9.1 Generalidades

Las funciones de regulación tienen por objeto poner a disposición del personal, conductor y regulador, encargados de la realización de la oferta transporte, la información y las herramientas que les permitan lograr los objetivos fijados por el cuadro de marcha.

El método de regulación por defecto, definido por el usuario de la aplicación, puede en cualquier momento ser modificado en el puesto de trabajo.

Estas funciones agrupan:

- Las funciones de información de los conductores, que consisten en indicar a los conductores, por medio del pupitre conductor
 - las órdenes de preparación para la salida y la salida de la terminal
 - las horas de paso previstas en los distintos puntos de referencia,
 - el valor del adelanto o el retraso del vehículo con relación al horario real
 - las consignas relativas a las correspondencias,
- Las funciones de información de los reguladores, que permiten:
 - seguir el desarrollo de las salidas y de los pasos de los vehículos por las terminales y por los puntos de referencia,
 - detectar las divergencias entre el servicio realizado y el servicio previsto
- Las funciones de adaptación de la oferta de transporte que se ofrece a los reguladores:
 - la aplicación de algoritmos de adaptación automática de los horarios. Estos permiten la construcción de un nuevo horario cuando aparece una divergencia entre el horario realizado y el horario previsto. La herramienta SAE proporcionará información sobre la divergencia entre horarios teóricos y los reales ejecutados, y sugerirá cambios y dará

soporte en la introducción de estos. El proceso será semiautomático, el operador deberá validar conscientemente las modificaciones de horarios.

- Un conjunto de herramientas de gestión de la oferta de transporte. Les permite introducir en dicha oferta las modificaciones más convenientes para prevenir o corregir las perturbaciones causadas por indisponibilidad de los materiales o de los agentes, o por las condiciones de circulación

La función regulación hace sufrir al cuadro de marcha diferentes tipos de transformaciones durante toda la duración de la explotación.

4.6.9 Los Horarios

4.6.9.1 Generalidades

El sistema considerará varios niveles de horarios visualizables en los puestos reguladores:

- El horario teórico:
 - es el horario definido a priori en función de: los objetivos comerciales, de los medios disponibles en materiales y agentes, y de un conocimiento estadístico de la solicitud de transporte y las condiciones de circulación,
 - los servicios del Explotador elaboran este horario fuera del SAE para determinar el horario objetivo al comienzo de la explotación de las líneas. (Opcionalmente, el Adjudicatario del presente lote podrá definir un SAE que permita definir horarios, sin menoscabo de la capacidad de que estos horarios se importen desde otras aplicaciones)
- El horario aplicable:
 - representa en todo instante el estado de la oferta de transporte que debe realizarse. Resulta de las adaptaciones sucesivas aportadas por los reguladores al tener en cuenta la disponibilidad real de los materiales y agentes, de las condiciones reales de circulación y el estado real de la solicitud de transporte,
 - al principio de la explotación el horario aplicable es idéntico al horario teórico, y evoluciona según las actuaciones realizadas por el regulador,
- El horario considerado de paso:
 - es el horario realmente utilizado para la gestión de las consignas de marcha entregadas a los conductores y para la elaboración de la información a la clientela
 - evoluciona en función de:
 - modificaciones efectuadas sobre el horario objetivo,
 - maniobras de desvío,
 - modificaciones efectuadas directamente sobre este horario por el regulador,
 - de la marcha real de los vehículos,
- El horario realizado:
 - es el horario que se ha efectuado realmente,

- se evalúa a partir de las informaciones transmitidas instantáneamente por los vehículos a lo largo de su marcha (Llegadas y salida de las terminales, paso por las paradas, en los puntos de regulación...),

Este proceso generará, en tiempo real y a petición del usuario, toda la información mostrada gráficamente en los termómetros sobre una tabla de paso por puntos de red, que la aplicación mostrará por pantalla.

La tabla contendrá la siguiente información:

- Identificación de la línea y los itinerarios seleccionados por el usuario para su visualización en la tabla.
- Para cada uno de los itinerarios seleccionados se mostrará por pantalla, en forma de tabla, la siguiente información:
 - Puntos de red del itinerario: Los puntos de red que conforman cada uno de los itinerarios por orden.
 - Los vehículos que están realizando dicho itinerario: En las tablas de cruce entre vehículos y puntos de red se mostrará la siguiente información relativa a cada paso por punto de red: hora de paso real, hora de paso prevista, frecuencia de paso por el punto de red. Todo ello utilizará un código de colores que de forma intuitiva refleje los grados de cumplimiento de la situación real sobre lo preestablecido.

LTC	Itinerario	H Origen	Pto Origen	H Destino	Pto Destino	Tranvia	H Orig Real
026-2-2	(I) 1	15:12	0341	15:39	1139	310	15:11
026-2-2	(V) 2	15:39	1139	16:15	1247	310	15:41
026-2-2	(I) 1	16:15	1247	16:56	1139	310	16:17
026-2-2	(V) 2	16:56	1139	17:33	1247	310	16:57
026-2-2	(I) 1	17:33	1247	18:15	1139	310	17:34
026-2-2	(V) 2	18:15	1139	18:51	1247	310	
026-2-2	(I) 1	18:51	1247	19:33	1139	310	
026-2-2	(V) 2	19:33	1139	20:11	1247	310	
026-2-2	(I) 1	20:11	1247	20:52	1139	310	
026-2-2	(V) 2	20:52	1139	21:30	1247	310	
026-2-2	(I) 1	21:30	1247	21:55	1139	310	
026-2-2	(V) 2	21:55	1139	22:25	1247	310	
026-2-2	(I) 1	22:25	1247	22:45	1139	310	

Figura 3 Hoja de datos de itinerarios

4.6.9.2 Regulación

Se controla cada línea de la red según los métodos siguientes:

- Regulación por horario:
 - el objetivo consiste en hacer respetar a los vehículos las horas de paso por las paradas,
 - este método de regulación es el método elegido cuando el intervalo es elevado,
- Regulación por intervalo:
 - el objetivo consiste en garantizar la regularidad de los pasos por los puntos de parada
 - se establece este método de regulación en caso de perturbación importante que impida el cumplimiento del horario

El método de regulación aplicable es definido por el regulador en su puesto de trabajo. A continuación:

- Se transmite por el módulo SAE central hacia los módulos SAE embarcados de aquellos vehículos afectados por la modificación del método de regulación
- Modifica a continuación la visualización sobre la pantalla del pupitre conductor:
- método de regulación de horario: indicación del valor de adelanto-retraso,
- método de regulación de intervalo: valor de los intervalos que separan el vehículo de su predecesor y su sucesor

4.6.9.3 La Gestión de las identificaciones

La identificación de los trenes y la identificación de los agentes son necesarias para el seguimiento de la ejecución del programa de explotación.

Para cada línea, el SAE debe administrar los vehículos (número de servicio-coche y número material) y los conductores (servicio y matrícula del conductor).

Varios sistemas previamente al SAE definen de antemano estos elementos: (Opcionalmente, se podrán definir estos datos en SAE, sin dejar de lado la posibilidad de que sean importados)

- Cuadro de servicio de conductores:
 - se organiza la secuencia de los servicios-coche precisando los lugares y horas de toma de servicio, de final de servicio y de relevos,
 - la secuencia representa el conjunto de los servicios-coche efectuados en un día por un mismo material
- Cuadro de conductores: se asocia un conductor a un número de servicio-conductor,
- Cuadro de asignación coches/vehículos: se asocia un vehículo a un número de servicio-coche,
- Cuadro de pedido de los servicios de conductores: se destinan a cada conductor las características del servicio que debe efectuar.
- Cuadro de marcha: Define la asociación entre el número de servicio-coche y el número de servicio-conductor.

La asociación de un pedido de los servicios de conductor y de un cuadro de marcha es automática.

Cuando el módulo SAE central se inicializa con un Cuadro de marcha, el sistema busca el Cuadro de los conductores (nombre y número matrícula del conductor asociados a cada número de servicio-conductor).

Cuando el Cuadro de pedido de los servicios-conductor no está disponible o es incompleto, se transmite una alarma al operador. Entonces se aplica el procedimiento de definición del vehículo en método degradado.

Los datos alfanuméricos de definición de un vehículo son:

- Definición de la línea
- Número de servicio-coche
- Número de servicio-conductor
- Matrícula de un conductor

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

- Apellido de un conductor
- Nombre de un conductor

La asignación coches/vehículos será calculada en tiempo diferido por una aplicación del Explotador (fuera del suministro). Se elaborará en tres etapas:

- Preasignación (explotador):
 - Se calcula mensualmente para cada tipo de día,
 - Permite disponer de una asignación teórica sin tener en cuenta el estado de conformidad y rodaje de los vehículos,
 - Sirve de referencia a la asignación D -1
- Asignación a D -1 (explotador):
 - Se calcula todas las noches,
 - Tiene en cuenta la preasignación, las dificultades de cada coche y el estado de los vehículos,
 - Se calcula para la amplitud completa del trayecto, tiene en cuenta las salidas de la mañana, mediodía, y noche, así como los horarios de misiones especiales de cada coche,
 - Puede contener coches excepcionales asignados (transporte a la demanda) no descritos en los datos proporcionados por el explotador,
 - Se pone a disposición del SAE después de ser validado por el servicio en cuestión,
- Recálculo de la asignación del día (explotador):
 - Recalcula o modifica manualmente las asignaciones del día para todos los coches que tienen una salida en misión especial teórica superior a H + 15 minutos (H = hora en que se produce la modificación),
 - Añade coches excepcionales,
 - Tras la validación, estas modificaciones en las asignaciones deberán ser tenidas en cuenta inmediatamente por el SAE.

Los datos de asignaciones deberán ser:

- leídas por el SAE, en el caso de asignaciones en tiempo diferido,
- modificadas por el SAE, en el caso de un cambio de asignación en tiempo real.

El cambio de asignación en Tiempo Real (función SAE):

- se desencadena a partir de la "salida teórica en misión de un coche menos 15 minutos" y continua durante toda la explotación comercial hasta la vuelta al depósito,
- operación manual efectuada exclusivamente por un operador del PCC,
- herramienta standard del SAE puesta a disposición de los reguladores,
- el cambio de asignación es tenido en cuenta inmediatamente por el SAE embarcado. El SAE del vehículo reasignado se posicionará automáticamente y se localizará en el recorrido correcto en el horario correcto.

4.6.9.4 Gestión de salidas

El objeto de esta función es el envío:

Anejo N°7. Sistema Sae, Siv Y Radio

- a los conductores, de las indicaciones que les permitan garantizar la puntualidad de las salidas,
- a los reguladores, de las informaciones que les permitan reaccionar rápidamente en caso de una anomalía constatada en la ejecución de las salidas,

La información de los conductores es la siguiente:

- La gestión de salidas a bordo de los vehículos está garantizada por el procedimiento SBO (Salida bajo Orden) gestionado por el módulo SAE embarcado en cada terminal del recorrido

Consiste en:

- indicar al conductor, mediante un aviso en la pantalla de su pupitre, las informaciones relativas al recorrido que debe efectuar,
- indicar al conductor la proximidad de su salida. El procedimiento se divide en tres fases:
 - intervalo,
 - preparación para la salida,
 - salida.

En caso de llegada con retraso del vehículo a la terminal, el procedimiento de salida comienza en la fase correspondiente al tiempo restante antes de la salida. Si, durante el estacionamiento del vehículo en la terminal, las informaciones relativas al recorrido que debe realizarse y, en particular, su hora de salida, son modificadas por una orden de regulación recibida del módulo SAE central, la información se actualiza inmediatamente en la pantalla del pupitre del conductor y la fase SBO se modifica en consecuencia.

La información de los reguladores es la siguiente:

- El módulo SAE central supervisa la realización de las próximas salidas de cada terminal y de las paradas de referencia,
- El estado actual de estas salidas se visualiza gráficamente en las imágenes de seguimiento de los puestos de trabajo reguladores,
- La realización de una salida retrasada o anticipada da lugar a una alarma de explotación.

4.4.9.2.5 Modificación de una hora de salida

Esta función consiste en modificar, para una terminal determinada, la hora de salida asignada.

Para inicializar esta función, el operador del PCC selecciona la terminal en cuestión y la variación en minutos (+ o -) que ha de introducirse a la hora de la próxima salida

A raíz de esta modificación, el sistema:

- controla la coherencia del intervalo respecto al tren anterior (en el caso de una salida adelantada) o posterior (en el caso de una salida retrasada) del recorrido
- aporta automáticamente a los puntos de referencia del recorrido, una modificación equivalente de los horarios de paso

- Propone automáticamente una modificación, en caso necesario, los horarios del trayecto anterior o siguiente (respecto de un tiempo de pulsación positivo o nulo), siempre bajo la aprobación del regulador en PCC

4.6.9.5 Intercambio de salidas

El intercambio de salidas consiste en permutar las horas de salida de dos trayectos no necesariamente consecutivos. Para ello el operador del PCC precisa la terminal de aplicación de dicho intercambio, la primera salida y la segunda salida.

4.6.9.6 Desfase horario

Esta función, llamada también deriva, consiste en efectuar una translación del horario sobre una franja horaria determinada. Es una forma de aplicar la función anterior a un conjunto de salidas consecutivas. Este desfase es un valor constante, positivo o negativo, pudiendo ser alcanzado progresivamente.

Para realizar esta función, el operador del PCC precisa

- El punto de regulación y el sentido
- Las misiones implicadas
- El valor del desfase
- La hora de principio y final de la franja horaria (si no se indica un final, la franja es aplicable hasta el final de servicios)

4.6.9.7 Supresión de un trayecto o secuencia de trayectos

Esta función consiste en suprimir, a partir de una terminal, la salida de un trayecto o de una secuencia de trayectos. En general, supresión de vueltas completas.

El operador debe indicar el primer y el último recorrido que deben suprimirse.

El sistema controla automáticamente la coherencia geográfica y horaria de la orden, en particular el sistema comprueba que el primer trayecto que debe suprimirse no haya comenzado y que entre la secuencia de trayectos suprimidos no haya relación. En el caso de una incoherencia, se transmite una alarma al regulador que debe validar o no su supresión.

El cálculo de los horarios se hace automáticamente.

4.6.9.8 Restablecimiento de un trayecto o de una secuencia de trayectos

Esta función permite revalidar uno o más trayectos suprimidos por la operación anterior. El operador indica la primera y el último trayecto que debe restablecerse.

El sistema controla automáticamente la disponibilidad de los servicios coches y conductores no utilizados.

4.6.9.9 Creación de un servicio coche

Esta función permite crear un servicio no previsto en el cuadro de marcha. Consiste en crear una secuencia de trayectos que permitan incluir un vehículo suplementario en una línea.

El sistema propone automáticamente un número de servicio no utilizado, el operador puede crear el nuevo servicio, bien por duplicación y modificación de un servicio existente, o bien por definición trayecto por trayecto.

Cuando la introducción de los trayectos termina, el sistema:

- Propone automáticamente un trayecto de salida del depósito, en conexión con el primer trayecto, y un trayecto de aparcamiento, en conexión con el último trayecto,
- Comprueba que los trayectos están geográficamente relacionados (terminal de llegada de un trayecto = terminal de salida del siguiente),
- Comprueba que se respeta el intervalo de tiempo mínimo,
- Calcula automáticamente las horas de paso por las paradas.

4.6.9.10 Modificación de un servicio conductor

Esta función permite modificar una asignación conductora. Consiste en reenumerar los números de servicio de los trayectos de una misión, bien enteramente bien parcialmente.

Una aplicación particular de esta función es la permutación de servicios

4.6.9.11 Cambio de misión

Esta función consiste en destinar a un trayecto determinado una misión diferente de la prevista en el TM.

La modificación puede referirse al tipo de explotación (misión comercial, HLP...), de servicio de comunicación o de itinerario (directo en línea, giro de 180 grados en línea...)

El operador del PCC indica:

- El trayecto
- La nueva misión

Si uno o más trayectos complementarios son necesarios:

- Sus misiones
- los intervalos entre trayectos

A raíz del cambio de misión de un trayecto, las informaciones son transmitidas e indicadas en el pupitre del conductor.

4.6.9.12 Creación de una misión

Esta función permite crear una misión no prevista en la estructura de la línea. Se puede crear así:

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gaviás (T-MG6211/PPR3)

- Una misión HLP entre un depósito y un punto de regulación cualquiera de la línea, o, al contrario
- una misión HLP a partir del itinerario de una misión comercial
- una misión comercial a partir de una misión HLP
- una misión por acortamiento de otra misión

Cuando no sea posible la adecuación de la nueva misión a la estructura de tiempos de un TM, el operador indicará un tiempo estimado de recorrido, que podrá modificarse a lo largo del día.

4.6.9.13 Instauración de un servicio parcial

Si ocurre un incidente que haga imposible la explotación de una parte de la línea, el operador tendrá la posibilidad de establecer un servicio parcial. Esta maniobra equivale a dividir la línea en secciones explotadas independientemente.

El operador debe definir para cada sección:

- las terminales de las secciones
- el número de vehículos disponibles para cada sección Automáticamente el sistema:
- propone el valor del intervalo constante que debe aplicarse sobre cada sección, así como los intervalos para cada terminal o terminales provisionales.
- crea los servicios coches y agentes correspondientes

El regulador en PCC deberá validar tales modificaciones en SAE TR

4.6.9.14 Neutralización de la regulación

La neutralización de la regulación se refiere a los vehículos y a las líneas:

- Neutralización de un vehículo:
 - Cuando un vehículo se retrasa, la función de regulación tiende a retrasar los vehículos siguientes, de tal modo que se garantice la regularidad de los pasos. No obstante, si se obliga un vehículo a la inmovilización (avería, accidente...), este funcionamiento puede dar lugar la inmovilización total del conjunto de los vehículos de la línea.
 - Para evitar este fenómeno, el operador del PCC puede neutralizar el coche defectuoso, ignorando sus funciones de regulación e información de los viajeros, pero conservando la función seguimiento.
 - Una función inversa de reactivación está disponible cuando el vehículo reanuda su marcha normal.
- Neutralización general de una línea:
 - En caso de perturbación importante en una línea, los mecanismos de regulación automática pueden resultar inadecuados y generar consignas de marcha e información a viajeros no pertinentes. En este caso el operador del PCC tiene a su disposición una orden de neutralización de la regulación automática de la línea.

- Las informaciones de divergencia en la línea ya no se transmiten a los vehículos y se difunde un mensaje de tipo "servicio perturbado" sobre los paneles de información a viajeros,
- Se mantiene la función de seguimiento por número de vehículo.

4.6.9.15 Bloqueo de un vehículo

Esta función permite retener en un punto cualquiera de la línea uno o más vehículos y solo autorizarles a volver a salir tras una orden del operador.

Para bloquear un vehículo, el operador designa el vehículo que debe bloquearse y valida la función. Esta acción supone la visualización de un mensaje "paro" en el pupitre del conductor del vehículo en cuestión. El conductor espera una "salida bajo orden" para volver a salir.

La liberación del vehículo se hace mediante el envío de una orden del PCC. Esto supone la visualización en el pupitre del conductor de un mensaje "salida bajo orden" idéntico a una orden de salida de terminal. Esta liberación se asocia a una información sonora.

4.6.9.16 Marcha simulada de un vehículo

Esta función permite tener en cuenta en el seguimiento completo de una línea, un vehículo con el SAE o la transmisión de datos averiados.

Consiste en declarar el vehículo en marcha simulada. En este caso el SAE central:

- considera el vehículo implicado como cumpliendo su horario previsto
- deduce una localización estimada.

Este vehículo se tiene en cuenta en las funciones de información a viajeros y de seguimiento y se indica con una descripción particular.

4.6.9.17 Regulación por intervalos

Si se detecta un retraso importante de uno o más vehículos, o una desorganización total de la línea con relación al TM, el operador puede, con ayuda de esta función, desplazar automáticamente las salidas siguientes con el fin de restablecer cierta regularidad.

El principio se basa en la distribución de un retraso sobre las salidas siguientes, en un punto determinado de la línea (terminal o punto de regulación), de manera lineal y decreciente con el fin de volver de nuevo al horario previsto, y conservando al mismo tiempo la estructura de intervalos prevista.

Esta función puede aplicarse en una terminal o sobre los puntos de regulación en línea. El operador define:

- la duración de la reabsorción
- el retraso máximo más allá del cual se abandona la reabsorción
- el anticipo máximo más allá del cual no se aplica la reabsorción

4.6.9.18 Regulación por frecuencia

Esta función permite pasar la explotación de una línea a un método según el cual los horarios predefinidos se ignoran y en el que las salidas de los vehículos de cada terminal se acompasan a una frecuencia constante predefinida por el operador del PCC.

En caso de incumplimiento de la hora de salida de un vehículo, las salidas de los vehículos siguientes son modificadas automáticamente de modo que se mantenga la frecuencia impuesta.

Para volver al método de regulación automática (regulación horaria), el operador debe de antemano destinar manualmente un vehículo a cada uno de los servicios coche del horario inicial.

4.6.9.19 Diario de las maniobras de regulación

Para cada acción del operador, anteriormente mencionadas, se registra en un diario. Para cada orden del operador, se registran:

Automáticamente

- la fecha y la hora,
- la matrícula del operador,
- el tipo de orden y sus parámetros,

Manualmente:

- La causa (elección en una lista predefinida que aparecerá en pantalla),
- Un texto libre,

Este diario es consultable en todo momento y se transfiere automáticamente, en tiempo real, a la base de datos estadísticos.

4.6.10 Principios de explotación para el tratamiento de los estados de perturbaciones

4.6.10.1 Generalidades

Este apartado resume los distintos estados de perturbación de la red y se da a título orientativo. El licitador aclarará en su oferta el funcionamiento de su sistema en caso de perturbación y describirá el funcionamiento vinculado a cada una de las perturbaciones citadas.

4.6.10.2 Retraso superior a los límites máximos aceptables e inaceptables con relación al horario teórico (modo regulación de horario):

El operador de regulación es informado mediante dos tipos alarmas sobre su consola SAE:

- una alarma de tipo anomalía "aceptable"
- una alarma de tipo perturbación "inaceptable"

Los límites máximos de desencadenamiento de estas dos alarmas serán parametrizables por línea. La ergonomía IHM será personalizada por tipo.

Anejo N°7. Sistema Sae, Siv Y Radio

Inicia las acciones de regulación necesarias utilizando las herramientas de regulación puestas a su disposición por el SAE (Inyección, DSO...).

El conductor tiene la información sobre un gráfico de barras de adelanto/retraso en el pupitre, y se autorregula en consecuencia.

4.6.10.3 Adelanto superior a un límite máximo parametrizable en relación con el horario teórico (modo regulación de horario)

El operador de regulación es informado por una alarma sobre su consola SAE

- Acción de regulación:
- Orden de ralentización o paro por radio
- Transmisión de un mensaje precodificado al conductor

El conductor tiene la información en el gráfico de barras de adelanto/retraso del pupitre, y se autorregula en consecuencia

4.6.10.4 Retraso superior a los límites máximos aceptables e inaceptables con relación al horario teórico (modo regulación por intervalo):

El operador de regulación es informado mediante dos tipos alarmas sobre su consola SAE:

- una alarma de tipo anomalía "aceptable"
- una alarma de tipo perturbación "inaceptable"

Los límites máximos de desencadenamiento de estas dos alarmas serán parametrizables por línea. La ergonomía IHM será personalizada por tipo.

Inicia las acciones de regulación necesarias utilizando las herramientas de regulación puestas a su disposición por el SAE (Inyección, DSO...).

En este caso hay que dar información sobre la proximidad a los vehículos anterior y posterior. Dicha distancia debería estar en torno a un cierto valor nominal, parametrizable por el regulador de SAE TR

4.6.10.5 Adelanto superior a un límite máximo parametrizable en relación con el horario teórico (modo regulación de horario)

El operador de regulación es informado por una alarma sobre su consola SAE

- Acción de regulación:
- Orden de ralentización o paro por radio
- Transmisión de un mensaje precodificado al conductor

El conductor tiene la información (sobre la proximidad de vehículos anterior/ posterior) en el gráfico de barras de adelanto/retraso del pupitre, y se autorregula en consecuencia

4.6.11 Gestión de las correspondencias

4.6.11.1 Generalidades

Esta función tiene por objetivo ofrecer a un conductor información relativa a los vehículos en correspondencia en la próxima parada (autobús o tren).

En el marco de una correspondencia, cada uno de los vehículos implicados es:

- esperado
- esperando: Los vehículos "esperando" deben esperar los vehículos "esperados"
- esperado/esperando: Los vehículos esperados/esperando deben esperarse mutuamente

Hay tres niveles de correspondencias, a cada uno de los cuales se le asigna una ergonomía específica:

- Correspondencias imperativas:
 - Son programadas por el servicio de métodos mediante la introducción:
 - manual y por anticipado en un puesto operador PCC (la correspondencia se impone, por ejemplo, última salida de una línea)
 - asistida en un puesto operador PCC, previa consulta de las correspondencias realizables y habida cuenta de reglas de viabilidad predefinidas.
 - Se trata de las correspondencias con las últimas salidas de un autobús o de un metro ligero. En caso de incumplimiento de estas correspondencias una alarma específica se acciona.
- Correspondencias normales:
 - Se programan de la misma forma que las "imperativas" pero su grado de importancia es menor.
- Correspondencias en función de la oportunidad,
 - La aplicación SAE determina automáticamente en tiempo real, en función de las horas estimadas de paso por las paradas, las posibilidades de correspondencia. Se deja la validación de esta correspondencia a la iniciativa del operador.
 - en caso de retraso relativo:
 - envío de una alarma Regulador,
 - El SAE indica las correspondencias siguientes afectadas por los retrasos,
 - la alarma debe reactualizarse cada 5 minutos
 - para todas las acciones de regulación, el SAE debe:
 - indicar las consecuencias para las correspondencias siguientes,
 - permitir al regulador la inhibición de una correspondencia,
 - indicar las alarmas de correspondencia en todos los puestos de regulación,

4.6.11.2 Parametrización de la gestión de las correspondencias

Esta función se refiere a las correspondencias "Metro ligero/Bus" y "Metro ligero/Tren".

Permite elegir, entre las correspondencias posibles en teoría, aquellas que se desea supervisar y sobre qué tramos horarios.

Deben ser definidos por defecto y asimismo parametrizables, unos límites máximos para:

- intervalo de tiempo entre el momento en que la información de correspondencia se indica en el vehículo del primer bus y el momento en que éste llega a la estación;
- tiempo de visualización del mensaje sobre el pupitre conductor embarcado

4.6.11.3 Detección de las correspondencias

El módulo SAE determina en tiempo real y para las correspondencias anteriormente seleccionadas, las posibilidades de correspondencia. Tiene en cuenta en este cálculo:

- los horarios teóricos de paso,
- los anticipos/retrasos de los vehículos,
- los límites máximos de espera de los vehículos "esperados" y "esperando" en el punto de encuentro. Estos límites máximos son parametrizables y sus valores dependen del tipo de correspondencia (casi obligatoria o no).

El módulo SAE central comprueba permanentemente la viabilidad del encuentro en función de los límites máximos definidos por el servicio de métodos. Los reguladores tienen la posibilidad de:

- liberar una dificultad de correspondencia, que éste sea posible o no,
- mantener una correspondencia, incluso si el SAE propone un abandono de ésta en función de los parámetros de los que dispone,

Si, para un vehículo "esperando", el retraso supera un límite máximo, se transmite una alarma al puesto operador. La correspondencia, mediante una elección efectuada en el momento de la parametrización de la correspondencia, puede ser:

- cancelada automáticamente,
- forzada a mantenerse hasta su liberación por la acción del operador.

4.6.12 Visualización de las correspondencias

4.6.12.1 Hacia el conductor

Sobre los pupitres de conductor de los vehículos que se dirigen hacia un punto de correspondencia, esta función garantiza la visualización de un mensaje "correspondencia que debe garantizarse" "estación XX"

El conductor puede, accionando una tecla de función de su pupitre, obtener otras informaciones, como el número de la línea en correspondencia, el tiempo que le resta al otro vehículo antes de su llegada al punto de encuentro.

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gaviás (T-MG6211/PPR3)

Se indica un orden de salida, idéntica a la orden de salida de la terminal, en el pupitre del conductor y que indica el final de correspondencia.

Se indica también un mensaje de alarma cuando el operador del PCC cancela la correspondencia

4.6.12.2 Hacia el operador PCC

Los operadores PCC pueden seguir el desarrollo de las correspondencias en las pantallas de su puesto de trabajo. Se indica para cada correspondencia:

- la hora programada
- la hora estimada
- la situación de cada vehículo afectado por la correspondencia: presente, partido, tiempo restante antes de la llegada al punto de encuentro, vehículo deslocalizado ...
- una representación gráfica en la pantalla, de los vehículos implicados en la correspondencia,

El operador a tiene su disposición las herramientas necesarias para proceder a la:

- Retirada de uno o más vehículos de la correspondencia,
- Anulación de la correspondencia,
- Forzamiento de la correspondencia para uno o el conjunto de los vehículos "esperados" o "esperando",

4.6.13 Material embarcado

4.6.13.1 Generalidades

Cada cabina de un metro ligero estará equipada de un pupitre conductor.

Además, el adjudicatario tendrá a su cargo el suministro de los equipos de interfaz (con el RLAN, el billeteaje, los equipamientos SIV embarcados, el sistema de recuento de pasajeros de haberlo en el material móvil, el móvil de radio, el sistema de recuento kilométrico...)

El sistema embarcado es el vínculo entre la aplicación SAE central, el vehículo y su conductor.

Sus principales objetivos funcionales son los siguientes:

- Emisión de la localización y el seguimiento,
- Envío de las consignas de regulación,
- Aplicación del programa de explotación,
- Vínculo con los otros sistemas embarcados,
- Aumento de los datos estadísticos,
- Gestión del servicio de mensajería,
- IHM con el conductor,
- Gestión del estado técnico del Material móvil.

En modo normal, el conductor tiene un pupitre a su disposición (pupitre SAE). Por ello, el pupitre SAE gestionará:

Anejo Nº7. Sistema Sae, Siv Y Radio

- las funciones del móvil (o terminal) de radio,
- las órdenes del pupitre de los paneles de información exteriores.

El esquema siguiente representa todos los equipos con los cuales el SAE embarcado puede estar en conexión en el interior de los trenes.

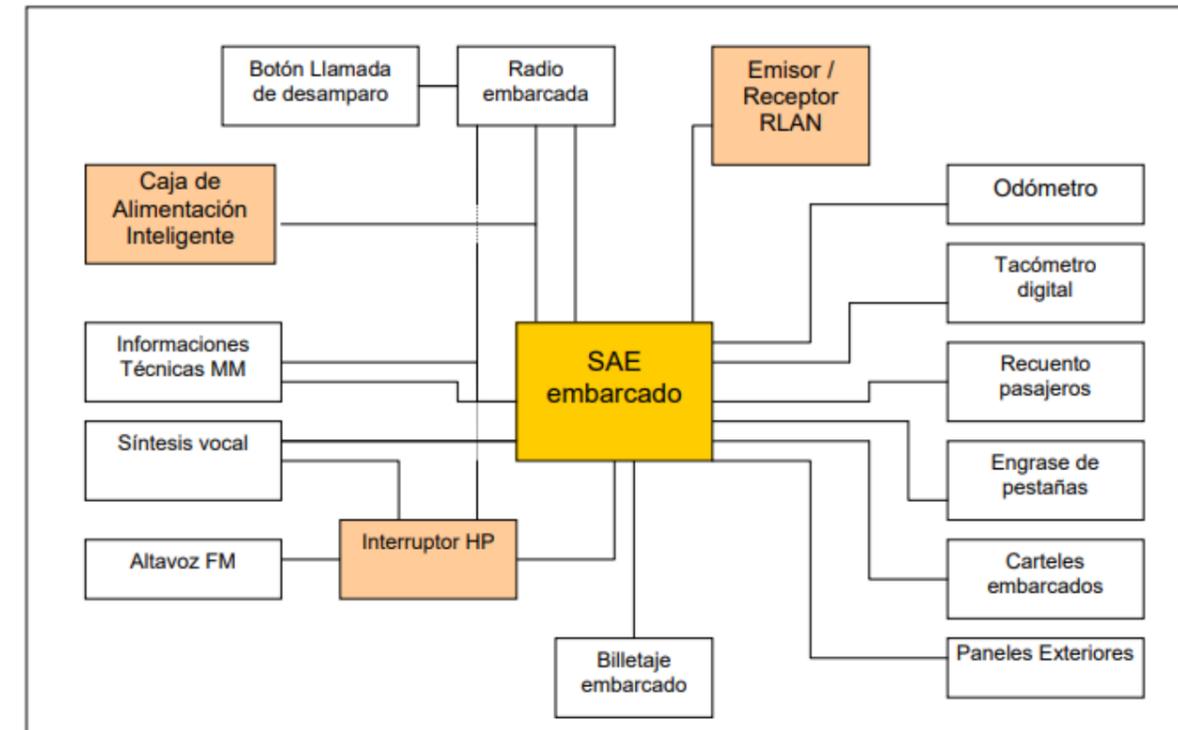


Figura 4 Esquema lógico sistema SAE

4.6.13.2 Comienzo

El titular proporcionará a los trenes de una caja de alimentación "inteligente".

A la recepción de una información de comienzo, la caja de alimentación deberá activar el SAE embarcado, así como la radio embarcada. El licitador en su oferta propondrá una solución que permitirá realizar esta doble activación.

4.6.13.3 Inicialización

El SAE central incluirá una función de inicialización cuyo funcionamiento será detallado por el licitador. Esta función permitirá (no exhaustivo):

- poner en marcha el SAE embarcado,
- comprobar los ficheros de datos recibidos y validarlos,
- inicializar automáticamente los parámetros del SAE embarcado,

- comprobar el buen funcionamiento de los periféricos,
- enviar alarmas de disfunción en caso de anomalías.

El objeto de esta función es minimizar el tiempo para cambiar el ordenador embarcado. Para ello, se instalará permanentemente el número de metro ligero y en el momento de la reconexión del ordenador embarcado, la función de inicialización será capaz de recuperar este número (sistema tapón codificador con número o fichero EPROM o....)

4.6.13.4 Administración / Parametrización

Esta función permite leer y modificar los parámetros del ordenador embarcado. Estos parámetros podrán modificarse:

- Mediante modificación en el pupitre, (algunos parámetros SAE embarcado se podrán modificar desde pupitre)
- Mediante cargamento automático de las nuevas versiones de programas informáticos. (la carga de los datos podrá ser o por conexión cableada o por memoria Flash tipo USB)

Sólo las personas habilitadas tienen acceso a esta función.

4.6.13.5 Toma de servicio

Cuando el vehículo se pone bajo tensión, el SAE indica sobre la pantalla del pupitre conductor el número de servicio coche previsto.

El conductor se identifica con ayuda de su tarjeta "explotación" sobre el primer validador. El módulo Billetaje se encarga de transferir los datos de identificación del conductor al módulo SAE embarcado.

Si las informaciones son correctas, el conductor es validado.

En el caso de que las informaciones no concuerden, el conductor utiliza la función "Identificación". Esta tecla permite la corrección y/o la introducción del "número de servicio coche". El acceso a esta función será estudiado para que este modo degradado no sea utilizado de manera sistemática.

Si el PCC no realizó la operación de asignación o si el vehículo se pone bajo tensión antes del período de salida de cocheras, el SAE indica en el pupitre conductor, "vehículo no asignado". Para indicar el número de servicio coche y el número de matrícula, el conductor realiza las mismas operaciones que para modificar los datos de identificación.

Si una anomalía aparece durante el proceso de identificación, se muestra un mensaje de información, acompañado de una señal sonora específica, en el pupitre conductor. Estos mensajes indican también al conductor que se ponga en contacto con el operador del PCC.

En el caso de que el SAE está fuera de servicio o no transmita las informaciones de identificación, el pupitre del conductor gestiona los diálogos de identificación para poder

transmitir las informaciones a los otros equipos. La gestión de la identificación es también una función propia del pupitre del conductor.

El operador del PCC puede forzar, anular o inhibir una identificación realizada por el conductor. Un mensaje de información acompañado de una señal sonora específica se mostrará sobre el pupitre del conductor.

Durante la circulación de los vehículos, el SAE transmite la información "punto de relevo" al conductor. Algunos instantes antes de la hora del relevo y cuando el vehículo esté en la zona del punto de relevo, el SAE transmite las características del relevo que debe realizarse:

- número del servicio conductor (o matrícula del conductor; datos parametrizables),
- lugar del relevo,

Llegado al punto de relevo, un mensaje invita al conductor a identificarse. El conductor que releva se identifica con su tarjeta "explotación" sobre el primer validador. Esta información es transmitida por el módulo billetaje (exterior) al módulo SAE embarcado; a continuación, es transmitida al módulo SAE central, mediante el módulo de transmisión de datos, para el control y la validación.

Si la propuesta no ha sido validada o anulada durante un determinado periodo de tiempo parametrizable, la propuesta se considera como aceptada. Si el relevo no se valida al cabo de un tiempo parametrizable, se transmite una alarma al operador del PCC.

En caso de error constatado entre la asignación prevista y la asignación real, se indica un mensaje de alarma en el pupitre, pero en ningún caso esta discordancia impedirá la nueva toma de servicio.

El conductor que realiza el relevo puede sin embargo cancelar la propuesta de cambio de servicio y realizar una nueva identificación. Si los parámetros de la nueva identificación corresponden a una definición prevista por el SAE, se acepta la identificación y se transmite una alarma al puesto del operador del PCC.

4.6.14 Comunicación

4.6.14.1 Generalidades

La solución de comunicaciones a implantar deberá cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Alta disponibilidad.
- Seguridad, indicando claramente las diferentes opciones que se planteen para llevar a cabo la autenticación de usuarios.
- Garantía contra las interferencias de otros medios ajenos al sistema.
- Ancho de banda adecuado en función del volumen de información a transmitir y del número de vehículos.
- Instalación de todo el equipamiento de comunicaciones, y mantenimiento y configuración remota del mismo.

- Se indicará a título informativo una aproximación del volumen de datos mensuales a transmitir y una valoración estimativa del orden de magnitud del coste de dichas comunicaciones una vez contratadas las mismas.

4.6.14.2 Comunicaciones GSM/GPRS/3G/4G, TETRA y WIFI.

La base de la comunicación entre la flota de unidades de embarque y el PCC PCS, deberá basarse en las siguientes tecnologías.

- Comunicación por voz.

Los puestos de operadores dispondrán del equipamiento hardware necesario para establecer comunicaciones de voz con la flota de vehículos. Esas comunicaciones se realizarán de dos formas:

- Llamadas de telefonía GSM. El operador realizará una llamada usando el modem del que dispondrá el puesto de operador.
- Llamada a través del sistema de Radio Tetra.
- Llamadas de telefonía sobre IP VoIP. En este caso, el sistema debe permitir las llamadas telefónicas sobre VoIP.

En cualquier caso, si la llamada fuera iniciativa del equipo SAE de la unidad de embarcado, el sistema debe ser lo suficientemente inteligente como para redirigir la llamada a un puesto de operador activo y libre, o al puesto de operador que tiene asignada la gestión de la línea donde el vehículo opera. En caso de que existiera indisponibilidad del servicio, bien porque el operador se encuentra ocupado o bien porque existe un fallo en las comunicaciones, el sistema debe reintentar la llamada de fonía un número determinado de veces.

La elección de un modo u otro de sistema de fonía, dependerá de los datos técnicos que los adjudicatarios ofrezcan sobre los mismos basados en su experiencia y en la cobertura de comunicaciones que existe en la ciudad de Granada. La dirección de proyecto del Metro de Granada exige la implementación de todos sistemas y seleccionará el mejor de ellos una vez haya verificado sobre los puestos de operador, la mejor de las soluciones. El Metro de Granada necesitara realizar pruebas de funcionamiento, los licitadores estarán obligados a poner a disposición del Metro de Granada, un banco de pruebas para el testeo y toma de medidas de retardos en las comunicaciones.

Se valorará positivamente la implementación de un modelo híbrido que permita realizar las comunicaciones por Radio, VoIP o por GSM. Para ello se admitirá en los puestos de operador VoIP hasta la centralita, donde se podrá configurar si realizar la conexión con las Unidades de Embarque por VoIP o tecnología GSM.

Sea cual sea los sistemas elegidos, los sistemas deberá grabar todas las comunicaciones de voz, realizadas, tanto las de operador como las de emergencia, y tenerlas disponibles y fácilmente accesibles por un periodo no inferior a 30 días.

Únicamente los operadores del PCC o del PCS e inspectores pueden establecer las llamadas de voz con los diferentes Unidades de embarque de su flota.

Se requerirá la capacidad para realizar llamadas desde el equipo embarcado a números previamente configurados en el sistema, como podría ser llamadas al 112 o llamadas a un número de "Salida del Servicio" para poder comunicar problemas con una Unidad asignada.

El establecimiento de la comunicación de voz entre el PCC y las Unidades se realizará a través de una aplicación software, que se instalará en todos los terminales de operadores del SAE. El establecimiento de la llamada se podrá realizar desde el equipo embarcado SAE de cada vehículo, o a petición del operador del Centro de Control.

4.6.14.3 Comunicación de datos móviles.

El equipo embarcado dispone en la actualidad de al menos un modem 4G (LTE) de categoría 3 (100Mbps para bajada y 50 Mbps para subida) aunque se valorará que alcance velocidades superiores.

El sistema de comunicaciones de datos estará siempre en constante comunicación con el sistema central, y sobre él viajaran todos los paquetes de datos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.

Debido a la alta criticidad y los altos requerimientos de disponibilidad de esta conexión, el sistema debe controlar en todo momento el estado de la conexión y debe prever los mecanismos para el reseteo y reconfiguración del sistema de forma autónoma y automática en caso de pérdida de conexión o bloqueo.

El equipo SAE embarcado proporcionará al resto del equipamiento de las unidades de embarque (que forman parte del sistema SAE) a través de una interfaz Ethernet un canal de datos para que esos equipos puedan conectarse con el PCC usando como router o pasarela el equipo SAE.

El adjudicatario ofrecerá la documentación técnica y la formación necesaria para la configuración del NAT o PORT FORWARDING en el equipo SAE. En cualquier caso, esa comunicación debe ser bidireccional, y los servidores del PCS deberán poder contactar con el equipamiento ajeno al Sistema SAE a través de esa interfaz.

El adjudicatario deberá calcular las necesidades de comunicación y debe elaborar informe de especificaciones para la contratación de volúmenes en las comunicaciones móviles.

4.6.14.4 Comunicación de datos Wifi.

El equipo estará dotado de una interfaz Wifi. Esta interfaz debe tener una doble función dependiendo de si el vehículo se encuentra o no en cocheras.

- Vehículo fuera de cocheras. Cuando el sistema SAE embarcado detecta que el vehículo se ha establecido fuera de los márgenes de una o varias áreas definidas como cocheras, el sistema colocará el Wifi del vehículo en modo monitor y establecerá un procedimiento de escaneo para la localización de las MAC de los dispositivos a su alcance. Este sistema se detallará en el apartado "Estimación De Matriz Origen Destino Con Múltiples Orígenes De Datos"

- Vehículo en cocheras. En este caso, el vehículo se conectará a la red Wifi instalada en las instalaciones de la EMT y comenzará la descarga masiva de datos referentes a la videovigilancia, log detallado de paso por parada, datos para informes y estadísticas de conducción eficiente, datos para el estudio de matrices origen-destino etc.

4.6.14.5 Conexión con la RADIO TETRA

La unidad central embarcada administrará las emisiones y las recepciones sobre el canal de transmisión de datos en tiempo real a través de la red radio enlaces que permitirá tener un sistema de respaldo en caso de caída del sistema GSM/GPRS/3G/4G, así como permitir el llamado de manera directa gracias a las funcionalidades de la red TETRA.

4.6.15 Localización

El SAE embarcado determinará en cada momento la localización del vehículo y comunicará estas informaciones al SAE central mediante el sistema de transmisión de datos de los sistemas GSM/GPRS/3G/4G y radio de largo alcance que lleva.

Para ello, recuperará la información de las balizas de localización implantadas en los trenes, así como del sistema GPS.

El SAE embarcado será capaz de tratar esta información para establecer con la máxima precisión (2 m. como máximo) la localización del metro ligero.

El sistema Tetra añadirá a estas informaciones una información sobre la conexión de radio (si no se adjuntó el móvil correctamente, si no estaba inscrito, etc....).

4.6.16 Deslocalización

La localización puede no ser posible en algunos casos y conducir a una situación degradada a nivel del vehículo o de los sistemas centrales. Un mensaje de alarma acompañado de una señal sonora específica informa al conductor de la deslocalización.

En caso de deslocalización, el conductor tiene la posibilidad de volver a localizar su vehículo, bien en la terminal de llegada, bien durante la marcha, indicando el punto de parada en el que se encuentra, bien con el uso del GPS embarcado. Estos comandos se efectúan mediante teclas de función del pupitre.

4.6.17 Funciones de regulación

4.6.17.1 Consignas de salida

El SAE podrá indicar en el pupitre del conductor las características del nuevo trayecto:

- hora marcada de salida de la terminal o de la posición de salida de cocheras (DEP: 00h00),

- tipo de trayecto definido para la terminal de origen, la terminal de destino (o el punto de inyección en el caso de una salida desde talleres), el servicio "comercial" o "HLP" (HLP=Marcha en vacío)
- Cuando el vehículo está en su zona de salida (muelle de salida en la terminal, zona de salida de cocheras en talleres, etc.), la secuencia de salida puede inicializarse, al acercarse la hora de salida (parametrizable), el SAE embarcado inicializa la secuencia de salida en el pupitre del conductor.
- a la hora de salida, se activa una señal (visual y/o sonora),
- después de la hora de salida (a parametrizar), el SAE comprueba la salida del vehículo. Las consignas de línea se muestran en el pupitre del conductor.

A la salida de la terminal o del depósito, en el caso de modificaciones de los parámetros por el PCC o en caso de explotación degradada, unos mensajes y señales sonoras específicos se indicarán sobre el pupitre del conductor para informarle.

Si el vehículo deja la terminal antes de la inicialización, o durante o después del desarrollo de la secuencia inicial, en cuanto el tipo de trayecto sea asignado, se borrará la hora de salida y el sistema mostrará en pantalla las informaciones relativas a las consignas en línea. Se emitirá al PCC un mensaje de alarma, acompañado de una señal sonora.

4.6.17.2 Consignas en línea

Después de inicialización de la secuencia de salida, el vehículo deja la estación inicial del terminal o la posición de salida de cocheras, para realizar el tipo de trayecto asignado. Las informaciones indicadas en la pantalla son relativas al tipo de trayecto que debe realizarse.

Cuando un vehículo deja su posición de salida de cocheras, además de las informaciones relativas a la identificación (número de servicio coche, número de línea,), se indican las siguientes informaciones:

- el tipo de trayecto (destino)
- la hora de salida de la estación donde el vehículo comienza el servicio comercial

Cuando un vehículo deja la terminal o una estación para un trayecto comercial o no (HLP), el SAE indica sobre el pupitre del conductor la próxima estación que se alcanzará. A la llegada a la estación, cambia nombre de la parada señalada. Se indican también las informaciones de identificación y el tipo de trayecto.

En cuanto el vehículo está en circulación en un recorrido comercial y si éste está adelantado o retrasado sobre el horario previsto, las informaciones de divergencia horaria (anticipo/retraso) se indican sobre el gráfico de barras del pupitre del conductor.

Cuando el vehículo llega a la terminal, las informaciones:

- del tipo de trayecto y de divergencia anticipo/retraso, se borran.
- Y aquellas que caracterizan el nuevo tipo de trayecto y la hora de salida de la terminal, se indican.

Cuando el vehículo llega a la terminal o a un lugar de la línea para aparcarse, las informaciones "garaje + lugar de destino" y "HLP " se indican (la hora de salida de la terminal o del lugar de la línea no se indica). Si la terminal es el lugar de aparcamiento, solo se indica "garaje + nombre de la terminal".

Del mismo modo, si el conductor no respeta las consignas de salida/paso por los puntos de regulación, un mensaje de alarma, acompañado de una señal sonora, puede indicarse en la pantalla (parametrizable).

4.6.17.3 Salida sobre orden (SBO)

El operador del PCC a través de la sesión SAE puede encender sobre el pupitre del conductor un indicador y una información sonora específica ordenando al conductor no salir de la estación o detenerse en la próxima estación que alcance.

El apagado de este indicador la efectúa manualmente el operador del PCC desde la sesión SAE.

4.4.11.9.4 Visualización de la "tablilla"

El conductor puede tener acceso a su "tablilla " pero no puede modificarla.

A partir de su "tablilla" el conductor puede relocalizarse en una parada. Deberá, sin embargo, ser imposible para el conductor localizarse al final de su servicio si no es el caso.

(Tablilla= Servicio asignado para un determinado conductor en un día específico)

4.6.17.4 Visualización de los anticipos / retrasos

El anticipo retraso podrá visualizarse a partir de un gráfico de barras sobre el pupitre conductor (incluido en la pantalla del pupitre), mediante una información gráfica y alfanumérica.

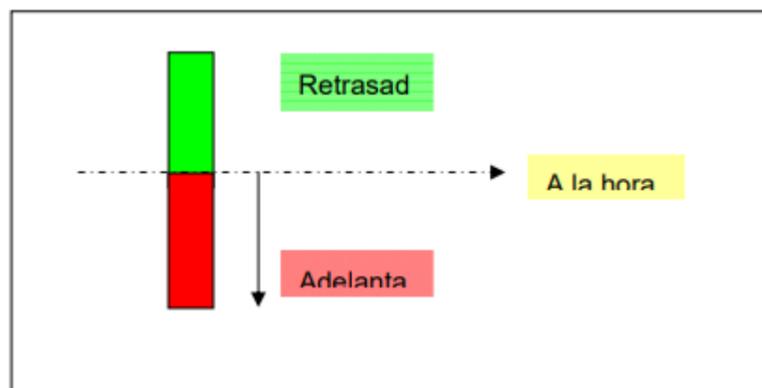


Figura 5 Visualización de retraso sistema SAE

En el caso del modo de regulación por intervalos, el gráfico de barras no puede utilizarse. Solo se indica una información alfanumérica sobre la pantalla para precisar al vehículo los intervalos entre el vehículo anterior y el siguiente.

4.6.18 **Gestión de los mensajes**

4.6.18.1 Del PCC hacia los conductores

El PCC puede enviar un mensaje libre o predefinido a la atención de un conductor o de un grupo de conductores (línea particular, conjunto red...).

Este mensaje se muestra en la pantalla del pupitre conductor acompañado de una señal sonora. Cada mensaje es sistemáticamente desactivado y una información de acuse de recibo es transmitida sistemáticamente al PCC.

El pupitre del conductor debe poder memorizar al menos diez mensajes (fecha y hora de emisión y contenido). Si se supera la capacidad máxima de la pila de mensajes memorizables, el último mensaje recibido borra el más antiguo. La pila de mensajes se vuelve a poner a cero al comienzo de cada día de explotación. Todos los mensajes de la pila pueden ser releídos por el conductor, incluso después de un relevo.

Los últimos mensajes recibidos no desactivados permanecen visibles en el pupitre, en alternancia si varios mensajes están en espera para ser desactivados.

El conductor puede visualizar la lista de los mensajes enviados por el PCC. El conductor puede también poner al día esta lista (borrado de los mensajes).

El adjudicatario propondrá una ergonomía que permita optimizar la visualización de los sucesos, alarmas y mensajes de servicio por parte del conductor.

4.6.18.2 Del conductor hacia el PCC

El conductor puede enviar un mensaje predefinido al operador del PCC. El conductor selecciona este mensaje marcando una tecla de función. Este mensaje se indica en la sesión "SAE" acompañado de una señal sonora. El pupitre del conductor debe poder memorizar al menos diez mensajes, que serán teles cargables remotamente.

4.6.19 **Funciones de los sistemas de comunicación**

4.6.19.1 Generalidades

Se distinguen cuatro niveles de llamada de los conductores hacia el PCC:

- llamada normal,
- llamada urgente,
- llamada de desamparo,
- llamada discreta.

4.6.19.2 Llamada normal

El procedimiento de llamada es el siguiente:

- El conductor marca la tecla "fonía",
- El indicador de información "fonía" se pone a parpadear. En cuanto el SAE embarcado reciba el acuse de recibo que emite el PCC, el indicador se mantendrá fijo,
- Cuando el operador PCC entra en comunicación, una señal sonora avisa al conductor del inicio de la posibilidad de comunicación -> se establece la conexión.
- la comunicación puede comenzar, por iniciativa del operador del PCC o del conductor,
- Cuando la comunicación es parada por el operador del PCC o por el conductor, el indicador "fonía" se apaga.

4.6.19.3 Llamada urgente

El procedimiento de llamada es el siguiente:

- El conductor marca la tecla "urgencia",
- El indicador de información "urgencia" se pone a parpadear, luego pasa su estado fijo en cuanto el SAE embarcado reciba el acuse de recibo que emite el PCC,
- Cuando el operador PCC entra en comunicación, una señal sonora avisa al conductor de la posibilidad de comunicación □□se establece la conexión,
- la comunicación puede comenzar por iniciativa del operador del PCC o el conductor,
- Cuando el operador del PCC o el conductor paran la comunicación, el indicador de información "urgencia" se apaga.

4.6.19.4 Llamada de desamparo

El proceso de llamada es el siguiente:

- El conductor marca la tecla "Llamada de desamparo"
- Se muestra una señal en un lugar reservado de la pantalla, informando al conductor que el sistema tuvo en cuenta la llamada de desamparo. En cuanto el SAE embarcado reciba el acuse de recibo que emite el PCC una señal distintiva aparecerá para informar al conductor que la llamada de desamparo se recibió en el PCC
- Cuando el PCC constata esta llamada de desamparo, el conductor puede hablar ya que el PCC estará conectado al micrófono de ambiente del vehículo,
- El final de la comunicación se hace por iniciativa del operador del PCC.

Tras una llamada de desamparo y una vez restablecida la conexión, el conductor puede en cualquier momento decidir pasar a fonía normal, actuando sobre el pupitre.

4.6.19.5 Llamada discreta

Una tecla del pupitre permitirá al conductor establecer una llamada discreta. Esta tecla supone el envío de una alarma al PCC que se tratará en el PCC con una ergonomía particular, indicando

al regulador un fallo de validación "cliente" y solicitando la intervención de un equipo presente en la red.

4.6.19.6 Gestión y adquisición del registro de estado técnico MM.

En cada vehículo, están disponibles informaciones sobre el material móvil (8 informaciones todo o nada, tipo contacto libre de potencial). Queda a cargo del adjudicatario establecer el cableado de conexión para recuperar las informaciones disponibles.

En una fase posterior del proyecto, el titular deberá definir las informaciones necesarias para crear un documento de estado técnico. Este registro de estado será una compilación de las distintas informaciones recuperadas, y sintetizará el estado del vehículo. Este registro de estado se reenviará al SAE central para su tratamiento estadístico.

4.6.19.7 Interfaces Billetaje

El material embarcado SAE estará relacionado con el Billetaje. Las informaciones transmitidas serán las siguientes:

Ordenador SAE hacia Ordenador billetaje:

- localización del vehículo (como mínimo en cada parada)
- identificación del conductor,
- número de servicio,

El esquema siguiente sintetiza el bucle que permite el intercambio de información para el control por parte del SAE central y embarcado, de los paneles de información exteriores:

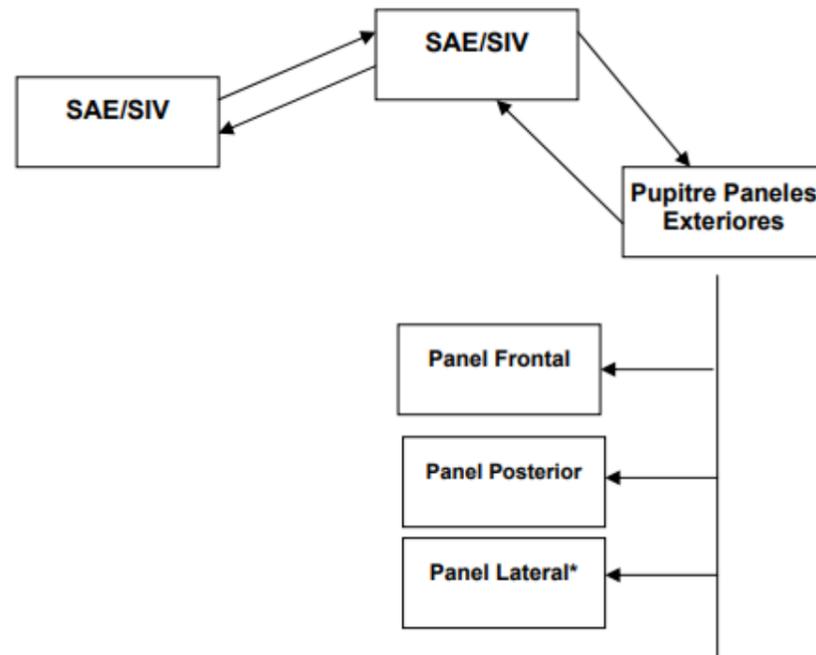


Figura 6 Sistema de Bucle SAE

(El Adjudicatario deberá describir el protocolo de comunicaciones a usar en este interfaz, así como aportar referencias previas de integración)

4.6.20 Interfaces SIV

4.6.20.1 Generalidades

El conjunto de estas funciones se detalla en el apartado SIV.

Este apartado resume los interfaces entre el SAE embarcado y los equipamientos SIV.

4.6.20.2 Paneles exteriores de información

Una función del SAE embarcado permitirá administrar los paneles exteriores de los vehículos.

Esta función consiste en indicar sobre paneles de los vehículos (generalmente un panel frontal, un panel posterior y uno o más laterales) las informaciones útiles a los viajeros que esperan en las paradas.

Sobre cada vehículo un módulo externo a la función SAE embarcada posee en su memoria los textos o gráficos que deben indicarse sobre cada uno de los paneles, y para cada uno ellos un código numérico correspondiente (tabla de configuración definida sobre la aplicación SIV del puesto central).

A cada secuencia de paradas se le asocia un código numérico del sistema de paneles.

4.6.20.3 Panel de información interior

Una función del SAE embarcado permitirá administrar los paneles informativos interiores de los vehículos.

Esta función consiste en indicar sobre los paneles instalados en el espacio de los vehículos destinado para viajeros, la información destinada a la clientela y relativa a:

- la marcha del vehículo,
- mensajes específicos transmitidos por la aplicación SIV del puesto central,
- la hora actual.

4.6.20.4 Sonorización

El SAE embarcado será capaz de controlar la megafonía y enviar mensajes dentro de los vagones de metro ligero.

4.6.20.5 SISTEMA DE MEGAFONÍA

El sistema de megafonía se compone de altavoces instalados en las paradas, para comunicar mensajes y avisos desde el Puesto Central de Control PCC a los usuarios. Se basa en una división por zonas, de forma que desde el puesto de gestión en el PCC se podrán seleccionar las zonas a las cuales se quiere emitir un mensaje concreto. Los mensajes podrán ser "en vivo" o "en tiempo real", o bien pregrabados, pudiendo ser también automáticos (función de programación horaria y por calendario).

El sistema soportará distintos niveles de prioridad de mensajes, de forma que se pueda configurar, por ejemplo, que un anuncio desde micrófono en tiempo real será prioritario sobre un anuncio pregrabado.

Se grabarán algunos mensajes sonoros en una biblioteca de mensajes específica para la megafonía de las paradas. Se trata de los mensajes generales de explotación. Esta función puede permitir también la difusión automática de anuncios, como el anuncio de la aproximación de una unidad a la parada, en coordinación con el SAE (Sistema de Ayuda a la Explotación). La biblioteca de mensajes se creará de acuerdo con el explotador. La biblioteca debe permitir como mínimo, en términos de mensajes de estación, la grabación de 60 mensajes de una duración del orden de veinte a treinta segundos cada uno. A partir de un micro, el operador también tendrá la posibilidad de grabar un nuevo mensaje y de memorizarlo bajo un nombre elegido, en la biblioteca de mensajes pregrabados.

La megafonía dispondrá de funciones de procesamiento y transmisión de las señales de audio digital a través de la red IP fija. El transporte de audio en el sistema se llevará a cabo en formato digital. El sistema de megafonía estará integrado en red y su configuración, en cada parada, será la siguiente:

- Módulo Preamplificador (opcional)

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

- Amplificador IP
- Altavoces



Figura 7 Esquema de Megafonía

El amplificador IP recibe información vía IP desde la red IP fija y proporciona la salida audio analógica amplificada para los altavoces. Su función principal es codificar y decodificar las señales de audio, adaptar la información y señalización a la red IP usando protocolos estándar y amplificar las señales de audio. El equipo contará con al menos un puerto RJ-45 para su interconexión con la red local 10/100/1000BaseT. Integrará un amplificador de potencia de audio de como mínimo 15W, con capacidad de alimentar un mínimo de dos altavoces

El sistema de sonido deberá cumplir los siguientes parámetros acústicos:

- Nivel de presión sonora: Los altavoces serán capaces de generar niveles del orden de 105 dB.
- Ancho de banda: El ancho de banda mínimo exigido es de 80 Hz a 16 KHz.
- Uniformidad de cobertura: La cobertura deberá ser inferior a 10 dB.
- Inteligibilidad: 0,65 RASTI.

El sistema deberá ser gestionable mediante protocolo SNMP y soportar los siguientes protocolos H.323 y SIP. Soportará asimismo los siguientes Códecs de voz:

- G.729A
- G.723.1
- G.711A
- G.711

El sistema de megafonía debe estar certificado bajo la normativa de incendios EN54. En concreto sobre las partes EN 54-16 para el sistema de alarma por voz y EN 54-24 para los altavoces.

Además, según el RIPCI, los sistemas electroacústicos de evacuación deben seguir las recomendaciones de la norma EN 60849.

4.6.21 Engrase de pestañas

Esta función permite, ayudándose del sistema de localización, el control desde el vehículo del equipo que controla el engrase de las pestañas.

Los límites de las secciones en las cuales puede ser realizado el engrase, se definen en los ficheros topológicos del SAE TD.

El sistema SAE embarcado deberá activar automáticamente la operación de engrasado a la entrada en la sección definida. Desactivará esta operación a la salida de la sección.

4.6.22 Interfaces odómetro

El odómetro genera impulsos proporcionales a la distancia (8 cada metro). Se instalará una conexión opto acoplada con el ordenador SAE.

4.6.23 4.4.11.17 Interfaces central tacómetro

La unidad central embarcada estará conectada con un central taco métrica digital que memorizará el kilometraje total recorrido.

Esta función permitirá al SAE reajustar periódicamente su kilometraje a partir del de la central Taco-métrica.

Esta recogida de datos completa la función anterior (interfaces odómetro).

4.6.24 Interfaces recuento de pasajeros

Si existen sistemas digitales de recuento de pasajeros en los trenes, el SAE embarcado deberá recoger esta información y compilar sus datos para generar, para cada parada, el número de pasajeros que suben y que descienden. Esta información se transferirá cada día al SAE central, junto a los datos de explotación, para su análisis.

4.6.25 Modo mantenimiento

4.6.25.1 Generalidades

El acceso a la función mantenimiento permite recuperar los datos de mantenimiento y acceder a las funciones específicas de mantenimiento (por ejemplo: puesta en hora, número de versión del programa, número de reajustes...).

El licitador deberá proponer una lista de funciones específicas en su oferta.

La activación de este modo se realiza mediante la elección de una función en el menú del pupitre.

4.6.25.2 Test de entradas/salidas

Esta función deberá ser implementada y permite visualizar en tiempo real el comportamiento de las entradas/salidas en función de las solicitudes aplicadas.

4.6.25.3 Test de los periféricos

Todos los periféricos conectados a la unidad central embarcada deberán probarse:

- La radio
- Los paneles informativos exteriores
- Los paneles informativos interiores para los pasajeros
- Los equipamientos opcionales (recuento de pasajeros, billeteo...)

4.6.25.4 Lectura de parámetros

Todos los parámetros del equipamiento embarcado podrán leerse y modificarse desde el pupitre.

4.6.25.5 Datos topológicos

Unas herramientas avanzadas permitirán recopilar informaciones destinadas a controlar o enriquecer o incluso a constituir la base de datos topológicos, compuesta de:

- Calibración del odómetro
- Adquisición de una secuencia (distancias entre paradas)
- Adquisición de distancias

4.6.26 Modo formación

El modo formación permite informar al PCC que el metro ligero está siendo utilizado para la formación.

Las funciones del pupitre siguen siendo las mismas. La activación de este modo se hace mediante la elección de una función en el menú y de una validación. El vehículo se visualiza mediante una IHM específica en la aplicación central.

4.6.26.1 Alarmas

El SAEIV embarcado muestra en el pupitre del conductor mensajes de alarma relativos a los equipos internos o externos y que son remitidos al SAE central:

- Defecto radiotransmisión.
- Defectos validadores.
- Defecto sonorización.
- Defecto del sistema de señalización a bordo.
- Defecto del sistema de recuento de viajeros.
- Defectos que surgen del Material móvil (estas alarmas se indican sobre el pupitre del Material Móvil, pero también se comunican al SAE embarcado que las envía al sistema central),
- Apertura de puertas,
- Defecto del captador odométrico,
- Defecto del sistema de engrase de las pestañas,
- Orden de frenado de urgencia,
- Orden de frenado de seguridad,
- Defectos paneles exteriores,
- Defectos de paneles interiores.
- Algunas de estas alarmas podrán ser transmitidas al SCADA

4.6.27 IHM pupitre conductor

El pupitre del conductor es el interfaz entre el conductor y el sistema embarcado. Pone a disposición de éste los medios de mando y control.

El pupitre debe permitir visualizar:

- El seguimiento del vehículo (su adelanto/retraso)
- Su localización
- El programa de explotación
- Las consignas del PCC
- Los fallos y las alarmas
- Las actas de mantenimiento Permite controlar:
- La gestión de identificaciones
- La mensajería
- La Información a viajeros (sonora y visual)
- La radio
- El envío de alarmas.

4.6.28 Función archivada

Esta función permite el archivado a bordo de los datos de explotación y la exportación al servidor central (estadísticas).

Tras realizar con éxito la transferencia y el almacenaje seguro de los datos, el sistema central envía una orden al sistema embarcado que autoriza al borrado de los datos.

La transferencia podrá también efectuarse en el marco de una operación de mantenimiento. En este caso, la autorización para el borrado de los ficheros podrá ser específica.

Las alarmas remitidas por los equipos embarcados de los vehículos deben también archivarse con fines estadísticos.

4.6.29 Modo degradado

El cuadro siguiente recoge una lista no exhaustiva de los principales modos degradados del SAE:

<u>Avería</u>	<u>Consecuencias</u>	<u>Funcionamiento</u>
Transmisión de datos a través de Radio de largo alcance (Tetra)	<p>Pérdida de localización del tren desde el PCC.</p> <p>Imposibilidad de transmitir las informaciones en tiempo real.</p> <p>No es posible la puesta en práctica de las maniobras automáticas de regulación.</p>	<p>Informa al conductor del fallo.</p> <p>El SAE embarcado informa al conductor de su adelanto/retraso respecto a los horarios conocidos en el momento de la avería.</p> <p>El tren puede seguir garantizando su servicio gracias a las informaciones de las que dispone a bordo.</p> <p>Las comunicaciones entre conductores y reguladores se hacen por la fonía si ésta está disponible.</p>

<u>Avería</u>	<u>Consecuencias</u>	<u>Funcionamiento</u>
Transmisión de datos por Radio corto alcance (RLAN)	<p>No hay transferencia de informaciones al comienzo de la explotación:</p> <p>No hay comunicación de los servicios-coche a los trenes.</p> <p>Al final de la explotación, no hay transmisión de los datos de explotación.</p>	<p>El SAE embarcado ha sido previamente cargado con los servicios-coche que deben realizarse para varios días. Si han tenido lugar modificaciones desde el último cargado, los reguladores los aplican manualmente, a través de las funciones de las que disponen.</p> <p>Los datos se almacenan en el SAE embarcado hasta el restablecimiento de la conexión. La capacidad de almacenamiento debe ser de cinco días. Los datos pesados deben poder ser enviados y recuperados en ausencia de WLAN. Para ello es necesario que el equipo a bordo incorpore una tarjeta Compact Flash o similar.</p> <p>Entre los datos pesados más críticos se encuentra la información sobre billeteaje, que debe ser recuperada diariamente.</p> <p>La definición de horarios y servicios ya debe estar almacenada a bordo, así como la topología. Por ello en el día a día sólo deben enviarse las asignaciones y los desvíos.</p>

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

<u>Avería</u>	<u>Consecuencias</u>	<u>Funcionamiento</u>
Todas las averías que hacen imposible para el SAE la localización de un tren (avería balizas-antena, odómetro, GPS)	El regulador no puede conocer la posición real del vehículo.	El SAE central considera que el tren sigue los horarios aplicables en el momento de la avería, y deduce su localización teórica. Esto se indica de manera específica sobre los puestos de trabajo.
Transmisión numérica el MM-SAE embarcado	Ordenes del tipo "MM" (alumbrado, engrase de pestañas, apertura de puertas, etc.) no son posibles desde el SAE	Se informa al conductor para que realice estas operaciones manualmente.
Transmisión de información del odómetro del MM al SAE embarcado	Localización imposible.	Localización manual desde el SAE central.
Ordenador del SAE embarcado	Imposibilidad de transmitir los datos. En particular, imposibilidad de localizar el tren.	El SAE central es informado de la avería. Las órdenes a las agujas se hacen manualmente por medio de los botones del pupitre del conductor
Pupitre conductor	El conductor no dispone de información tiempo real. No es posible la actividad del conductor.	Comunicación fonía entre conductor y regulador garantizada solamente mediante el apoyo sobre botón de llamada autónomo.
Puesto de trabajo regulador	No hay información ni posibilidad de actividad sobre el puesto	Trabajo a partir de otro puesto.

<u>Avería</u>	<u>Consecuencias</u>	<u>Funcionamiento</u>
Ordenador del SAE central	El servidor redundante reanuda el tratamiento en lugar de otro.	No hay incidencia.
Pérdida de conexión con la red informática del explotador	No hay transmisión de datos.	Información de la avería (horarios, datos de explotación...) se efectuará una vez que la conexión sea restablecida.

Tabla 1 Valores del sistema degradado SAE

La oferta propuesta por del licitador incluirá una nota técnica que describirá las disfunciones probables o posibles, los equipos implicados, las funciones garantizadas en modo degradado por el sistema en cada caso hipotético.

El titular proporcionará todos los elementos de los que dispone, permitiendo apreciar los modos de fallo y su nivel de criticidad. (AMDEC)

4.7 SAPS

4.7.1 Generalidades

La función se refiere a la ayuda para la toma de servicio. Permite al operador del PCC informarse de las divergencias encontradas durante la realización del programa de asignación de conductores y establecer las medidas correctivas necesarias.

Este sistema debe permitir gestionar las anomalías de comienzo y final de vacaciones, las ausencias, los cambios de asignación, la creación de vacaciones suplementarias.

Unos agentes de control se encargarán la gestión de la toma de servicio. Podrá efectuarse en varios lugares a la vez de una manera independiente. Los lugares de gestión de la toma de servicio podrán ser las terminales y el PCC.

Un lugar de gestión para la toma de servicio puede administrar en tiempo real, en todo momento y de una manera parametrizable, las tomas de servicio de una o más terminales.

4.7.2 Asignación provisional de los conductores

Para funcionar, el sistema SAPS, debe conocer la asignación provisional de los conductores. Ésta es realizada por el servicio de métodos de la explotación y consiste en asociar, para cada día de explotación, un conductor a cada servicio.

Para un día dado, el servicio de métodos transmite al módulo SAE central el cuadro de las asignaciones del día.

Los datos de entrada del SAPS:

- Fichero de asignación teórico otorgado por la explotación

- Ficheros de intercambio de servicios entre conductores otorgados por explotación
- Datos SAE

4.7.3 Gestión de las tomas de servicio

4.7.3.1 En las cocheras

Para un día de explotación dado, el SAE dispone de la información relativa al número del material, servicio coche, servicio conductor, nombre y matrícula del conductor.

Estos datos se transmiten a los terminales SAPS (ayuda a la toma de servicio) de las cocheras.

Las tomas de servicio de los conductores se hacen en el depósito sobre un terminal SAPS (ayuda a la toma de servicio) equipado de un lector de tarjetas de proximidad y con ayuda de la tarjeta de habilitación de la explotación.

Cuando el conductor se presenta para comenzar su servicio, se identifica al terminal SAPS mediante un proceso que le invita a hacer leer su tarjeta de habilitación de la explotación.

El sistema verifica entonces la coherencia entre las informaciones leídas y las informaciones previstas en el programa de explotación. Se acepta, entonces, la toma de servicio o, por el contrario, se desencadena un proceso degradado.

Si el sistema no puede leer la tarjeta, debe permitir la toma de servicio con introducción manual de sus características (matrícula y/o código protegido).

En cuanto el conductor es aceptado por el sistema, los datos se transmiten al SAE central. Este procedimiento permite transmitir al PCC un dictamen de toma de servicio, o una alarma cuando la toma de servicio no se efectúa tras un periodo de tiempo parametrizable o si se produce en otro lugar diferente al previsto.

Se devuelve una información al SAPS que indica al conductor el servicio agente que le corresponde, el servicio coche y el número material que debe utilizar.

El conductor realizará una impresión que certificará la toma de servicio.

4.7.3.2 En el vehículo

Cada vez que un conductor asume un vehículo, se identifica en el primer validador del vehículo, con ayuda de su tarjeta de habilitación explotación.

Esta información está sujeta a un control de validez que consiste en comprobar que el conductor saca el vehículo previsto, en el lugar previsto y a la hora prevista.

Cuando el procedimiento de toma de vehículo es válido, el pupitre SAE indica, a modo de validación, las características de su identificación y la línea a la cual es asignado (servicio coche, matrícula y número de servicio conductor).

Las consignas de regulación se indican sobre el pupitre conductor. Los parámetros del tipo de recorrido se tienen en cuenta para la información a los viajeros.

4.7.3.3 Gestión de relevos

El relevo significa un cambio de conductor de un vehículo ya en servicio.

Algunos momentos antes de la hora del relevo y cuando el vehículo está en la zona del punto de relevo, el SAE transmite las características del relevo que debe realizarse:

- el número de servicio-conductor que releva,
- del lugar del relevo.

Llegado al punto de relevo, un mensaje invita al conductor que releva a validar la propuesta de cambio de servicio, esta operación es efectuada mediante una tarjeta de proximidad en el primer validador.

Esta información se transmite al SAE central para el control de validez.

En caso de aceptación se indica un mensaje de aceptación en el pupitre conductor.

Si el relevo no es validado al cabo de un plazo de tiempo parametrizable, se transmite una alarma al puesto PCC.

4.7.4 Gestión de los finales de servicios

Los finales de servicio de los conductores no suponen un procedimiento particular.

Cuando un conductor termina su servicio en el depósito, su servicio se considera finalizado en el momento en el que el regreso del vehículo sea detectado en las cocheras.

En el caso de un final de servicio en línea (por ejemplo, en parada terminal), es en el momento de la detección del inicio del servicio de relevo cuando se considera terminado el servicio.

4.7.5 El seguimiento de las tomas y finales de servicios

El cuadro de gestión de los conductores contiene el conjunto de datos relativos a las tomas y cambios de servicio previstos en el cuadro de marcha. Permite conocer el estado de las tomas y final de servicio, así como de los relevos (a realizar, conductor previsto, presente, retrasado, ausente, cambiado por otro conductor).

Algunas alarmas son mostradas en el PCC, en la pantalla SAE, cuando no se realizan a tiempo tomas de servicio o relevos previstos.

El método de representación de este cuadro permite al operador visualizar rápidamente:

- el estado de las próximas tomas de servicio (a realizar o en retraso),
- las tomas de servicio realizadas (a la hora o en retraso),
- finales de servicio realizados (adelantados, a la hora o retrasados),
- el tiempo de conducción de cada conductor y eventualmente el tiempo suplementario.

Este cuadro debe permitir también consultar todas las características de los servicios del cuadro de marcha, cargado en el sistema para cada línea. En particular indica para cada conductor, identificado por su matrícula y su número de servicio-conductor:

- la hora teórica de principio y final de servicio,
- el tiempo de corte previsto para los servicios en dos misiones
- la hora considerada de final de servicio,
- los lugares de toma, relevo y final de servicio,
- los números de servicios-coche utilizados,
- los números de los materiales utilizados,
- el nombre del conductor, si es informado por el sistema.

Los datos previstos en el cuadro de marcha pueden así ser comparadas con las marcadas por el operador. Estos últimos datos pueden también compararse con los realmente realizados por los conductores.

El cuadro de gestión de los conductores permite al operador modificar las características de cada servicio-conductor en cada misión del cuadro de marcha (cambio de las horas de principio y final de servicio, número de servicio-coche o material implicado, etc.).

Será también posible para el conductor imprimir su hoja de servicio en el momento de su toma de servicio en el terminal SAPS.

4.7.6 Modificación de la identidad y del servicio-conductor

Esta función permite modificar el número del servicio-conductor, la matrícula y el nombre previsto para un conjunto de misiones. Consiste en reenumerar el servicio-conductor previsto en el cuadro de marcha.

Las modificaciones parciales de asignación generan automáticamente modificaciones en los servicios-conductor (creación de relevos).

Los relevos creados por las modificaciones parciales son tenidas en cuenta por la función de gestión de las tomas de servicio.

4.7.7 Funciones del sistema SAPS

Los gestores de las tomas de servicio dispondrán de las herramientas necesarias para el tratamiento de las anomalías, podrán entre otras cosas:

- efectuar operaciones de sustitución, cambio de asignación,
- asignar a una operación los motivos (por código o por atributos),
- modificar o forzar las horas de principio o final de una misión,
- visualizar las alarmas, el tiempo de retraso (cambio de asignación, servicios previstos, servicios realmente efectuados, lista de los agentes que pueden actuar como sustitutos),

En el depósito y/o en la terminal, un puesto de trabajo permitirá visualizar las tomas de servicio y administrar las anomalías. En caso de no estar presente el operador SAPS en un depósito, es el operador del PCC que se encargará de la gestión de las tomas de servicio.

Este puesto de trabajo estará conectado al terminal SAPS del depósito y efectuará la conexión con el SAE central.

4.7.8 Impacto de las acciones de regulación

Las acciones de regulación pueden tener un impacto en la gestión de las tomas de servicio, por ejemplo, los cambios de asignación de línea o la creación de misiones suplementarias (ausencia puntual de servicios de reserva). Las anomalías generadas por estas acciones deberán transferirse en tiempo real hacia el SAPS para que sean consideradas.

4.7.9 Estadísticas

El almacenamiento y tratamiento estadístico están previstos en una base de datos común a todas las estadísticas SAE.

El SAE debe poder extraer ficheros estadísticos en el formato del explotador, al final de día de explotación.

El SAE deberá intercomunicarse con el sistema explotador para transferirle estos ficheros. Queda a cargo del titular implementar esta función de transferencia en su sistema.

4.7.10 Método deteriorado

Si aparece una anomalía en el proceso de identificación a bordo de un vehículo, se genera un mensaje de información, acompañado de una señal sonora, en el pupitre del conductor.

Si un problema vinculado al SAE (problema de sistema) o un problema de transmisión de radio perturba el proceso de identificación para el SAE, este último se suspende, pero el conductor debe poder identificar el metro ligero en el pupitre, continuando con un proceso degradado. La identificación así realizada se tiene en cuenta cuando el SAE está de nuevo disponible.

Cuando son realizadas asociaciones manuales, o por el conductor, o por el agente de control del depósito o por el operador del PCC, el SAE debe comprobar que la asociación se ajusta al cuadro de marcha aplicable en ese momento. En caso de incoherencia, el SAE informa al conductor, a través del pupitre, y al agente de control del depósito a través de la pantalla del puesto de toma de servicio (SAPS).

En funcionamiento degradado, el conductor tiene la posibilidad de modificar todo lo que define su vehículo a través del pupitre.

Toda modificación del número de línea y de la identificación de un vehículo, efectuada por el conductor, genera una alarma en los puestos SAE del PCC que administran la línea afectada por dicho cambio. Dicha alarma es registrada por el SAE.

El operador PCC puede forzar o también cancelar una definición hecha por un conductor.

4.8 ESTADÍSTICAS

4.8.1 Generalidades

Los datos sobre la explotación de los vehículos se registran para permitir la elaboración de diferentes estadísticas:

- explotación: facilitar la puesta a punto de nuevas representaciones gráficas que permitan optimizar los recursos,
- mantenimiento: establecer la trazabilidad de las alarmas emitidas por los equipamientos,
- comercial: responder a las reclamaciones de la clientela,
- calidad: dar indicadores de calidad de servicio,

Los datos se recogen todos los días (datos normales de vehículos) o a la demanda (datos pedidos por laboratorios).

Antes del tratamiento, los datos obtenidos se filtran para suprimir los datos incoherentes. Los valores extremos de cada filtro (valor mini, valor maxi) son parametrizables.

El módulo estadístico debe disponer de los datos teóricos y ejecutorios con el fin de poder hacer comparaciones.

Los datos se utilizan, a través de:

- ediciones periódicas,
- ediciones a la demanda,
- peticiones.

Los datos tratados son editados, publicados o exportados, en formato de texto u ofimático.

Todos los datos elaborados por el módulo estadístico integrarán un número de versión con el fin de soportar la evolución de la red y poder comparar lo que es comparable.

Un indicador de calidad estadístico será asociado, diariamente, a las líneas. Puede tratarse del número de trayectos realizados en relación con el número de trayectos no realizados. Las peticiones y las ediciones a la demanda deben poder tener en cuenta este indicador.

El programa será capaz de guardar las bases de datos de alarmas y eventos y tendrá una pasarela para transferir todo el histórico de alarmas a la aplicación informática explotador (a definir), así como todos los datos proporcionados por la función estadística del SAE. Dicha pasarela se considera incluida en el precio del suministro del software.

4.8.2 Datos topológicos teóricos SAE

Se trata de un subconjunto de los datos topológicos teóricos SAE que permite comparar la oferta comercial teórica con la oferta realizada, incluyendo la descripción de:

- líneas
- paradas BUS
- estaciones Metro Ligero (posición, longitud de andenes, posición del punto de parada respecto al andén)

- desviaciones
- íter distancias
- secuencia entre estaciones
- tramos comunes
- cruces de carreteras

Estos datos son generados por las aplicaciones informáticas del 'explotador'. Son utilizadas por el servidor estadístico.

4.8.3 Datos horarios teóricos SAE

Se trata de un subconjunto de los datos de horarios teóricos SAE que permiten comparar la oferta comercial teórica a la oferta realizada, bien sea:

- el tiempo recorrido teórico entre paradas
- los trayectos (trayecto comercial, trayecto frenado)
- los servicios.

Estos datos son generados por las aplicaciones informáticas del explotador. Son establecidos por tipo de día, servicios coches y servicios agentes

Son utilizados por el módulo estadístico.

4.8.4 Datos horarios ejecutorios SAE

Se trata de la oferta teórica después de posible modificación por parte del regulador, bien sea:

- el tiempo de recorrido teórico entre paradas
- los trayectos (trayecto comercial, trayecto "frenado")
- los servicios

El SAE produce estos datos.

A partir de estos datos ejecutorios, se realizan comparaciones con los datos horarios teóricos y reales.

Son utilizados por el módulo estadístico.

4.8.5 Datos reguladores

Estos datos informan sobre la actividad a lo largo del día de cada regulador del PCC:

- fecha y hora de toma de servicio
- identificador del regulador
- hora de la toma de servicio
- hora de final de servicio
- líneas bajo su responsabilidad

El SAE central genera estos datos (función de archivado de los datos de explotación). Son utilizadas por el módulo estadístico.

4.6.6 Datos vehículos

Estos datos informan sobre la actividad de cada vehículo a lo largo del día. Están formados por:

- N.º material
- Tipo de material (normal, articulado...)
- A cada toma o cambio de servicio:
 - el N.º línea,
 - el N.º de servicio,
 - la hora de salida del depósito (eventualmente)
 - la hora de regreso al depósito (eventualmente)
- Para cada trayecto del servicio:
 - hora real de comienzo de trayecto
 - hora real de final de curso
 - adelanto / retraso
- Para cada parada de referencia:
 - hora real de llegada (desbloqueo puerta)
 - hora real de salida (bloqueo puerta)
- Para cada cruce que debe ser supervisado:
 - el tiempo de paso de los cruces (velocidad nula)
 - en línea
 - identificación velocidad nula (paradas intempestivas)
 - Kilometraje acumulador por el material móvil
 - Resultados de la cuenta de pasajeros

4.8.6 Datos laboratorio

Los datos "laboratorio" son los datos de explotación remitidos, en tiempo diferido, por los vehículos cuando están en modo laboratorio.

Completan los datos vehículo brutos para cada línea, servicio, y trayecto, con:

- las longitudes de los tramos
- el tiempo de recorrido de cada tramo
- El intervalo de tiempo a la terminal Son producidas por el SAE embarcado. Son utilizadas por el SAE central.

4.8.7 Datos de explotación SIV

Se trata de los datos que permiten comprobar los imperativos FDM sobre el equipamiento de SIV. Para cada mensaje emitido hacia una estación, son:

- fecha y hora
- línea
- estación
- realizado/no conseguido

Un indicador de fiabilidad (suma de los mensajes erróneos/suma mensajes transmitidos) será establecido para cada línea, vehículo y estación.

Son producidas por el servidor SIV.

Son utilizadas por el servidor estadístico.

4.8.8 Datos de localización geográfica

Estos datos permiten medir la calidad de la localización geográfica en su conjunto (localización + transmisión de datos + identificación en el mapa de la línea).

Para cada vehículo y cada dato de localización considerado incorrecto se conserva:

- vehículo
- línea
- coordenadas X, Y (representan el lugar)
- sentido del vehículo
- fecha y hora

Se archivará un contador diario de las operaciones de localización con el fin de poder establecer una tasa de buen funcionamiento. Representando geográficamente sobre cartografía, los errores de localización es posible identificar rápidamente zonas problemáticas.

Son producidas por el SAE central.

Son utilizadas por el servidor estadístico.

4.8.9 Datos alarma

Para cada alarma emitida por un equipo embarcado, los datos siguientes se archivan con fines estadísticos:

- vehículo
- línea
- sentido
- fecha y hora
- localización geográfica
- tipo de equipo
- tipo de alarma
- código de alarma
- código del acontecimiento
- el indicador de estado del equipo

Se filtran las alarmas antes del archivado con el fin de eliminar todas alarmas incoherentes o redundantes o generadas después de una avería fatal de un subsistema (efecto avalancha).

Son producidas por el SAE central.

Son utilizadas por el servidor estadístico.

4.8.10 Ediciones periódicas de balances de explotación

4.8.10.1 Generalidades

A partir de los datos recogidos diariamente por el sistema, el módulo estadístico publica periódicamente balances de explotación.

4.8.10.2 Ediciones a la demanda

A partir de los datos recogidos diariamente por el sistema, el módulo estadístico publica, a petición del usuario, balances de explotación.

La aplicación separará, mediante una ergonomía, dos tipos de ediciones:

- ediciones que permitan el seguimiento de los indicadores de calidad del servicio
- ediciones que permitan un seguimiento estadístico
- Las ediciones de seguimiento de la calidad del servicio son las siguientes:
- Edición de los seguimientos de modos degradados: proporciona el número de veces que el seguimiento en modo degradado se desencadenó, con las fechas y los horarios,
- Edición del tiempo de trayecto entre estaciones: proporciona la media y la divergencia del tiempo de trayecto y de la velocidad comercial, entre estaciones principales de una línea (con elección del período considerado, el tipo de día, la fecha, el tramo por hora, el sentido de la línea, el tipo de vehículos),
- Edición indicadora de regularidad: consiste en medir el % de pasos por estación para los que el intervalo teórico ha sido respetado (en una banda aproximada), con posibilidad de elegir la franja horaria, la línea, el sentido, la estación (o todas), una lista de fechas en una semana...

4.8.10.3 Peticiones

El módulo estadístico debe poner a disposición de los usuarios un conjunto de peticiones predefinidas que permitan cálculos estadísticos a partir de los datos recogidos.

Para cada grupo de datos, la eliminación de los puntos aberrantes es automática en función de los parámetros definidos de antemano por el operador. No obstante, los puntos aberrantes definidos siguen estando accesibles al operador para su análisis.

Las peticiones proporcionadas deben cubrir las siguientes necesidades:

- Análisis de los adelantos/retrasos: esta petición proporciona la media de los anticipos/retrasos en paradas o estaciones; siendo posible elegir la franja horaria, la línea, la parada, la estación, la fecha, el tipo de día y el vehículo,
- Análisis de correspondencias: esta petición proporciona el número de correspondencias no realizadas; siendo posible elegir la franja horaria, la línea, la parada, la fecha y el tipo de trayecto.
- Análisis del intervalo de tiempo: esta petición proporciona una media del intervalo de tiempo; siendo posible elegir la franja horaria, la línea, el vehículo, la fecha y el tipo de trayecto,

- Análisis de los trayectos no asegurados: esta petición proporciona el número de trayectos no asegurados; siendo posible elegir el tramo por hora, la línea, la fecha y el tipo de trayecto.
- Análisis de las Subidas/Bajadas de pasajeros por parada: número de subidas y bajadas por paradas; siendo posible elegir la franja horaria, la línea, la parada, la fecha y el tipo de día.
- Análisis de los tipos de seguimiento: proporciona el tipo de seguimiento de los vehículos; siendo posible elegir la franja horaria, la línea, la parada o la estación, la fecha y el tipo de trayecto,
- Análisis de la deslocalización: proporciona el tipo de vehículo deslocalizado; siendo posible elegir la franja horaria, la línea, la fecha y el tipo de trayecto,
- Análisis del tiempo de parada: proporciona la media y la divergencia típica del tiempo de parada en estación o en los cruces para una línea; siendo posible elegir la franja horaria, la línea, la parada o el cruce, la fecha y el tipo de trayecto,
- Topografía: tiene por objetivo el conocimiento de la topología de la red. Proporciona la media de las distancias entre paradas medidas por los vehículos en modo laboratorio; siendo posible elegir la línea, las paradas y la fecha de medida (Observación: en caso de no parada del vehículo, el dato de Inter distancia no obtenido, asociado a la parada, se calcula sobre la base teórica),
- Velocidad comercial: tiene por objetivo el conocimiento de la velocidad comercial de la red. Proporciona la media de las velocidades comerciales por línea; siendo posible elegir la línea, las franjas horarias y las fechas de la medida,
- Retraso: esta petición proporciona, para una línea y una franja horaria determinadas, los avances/retrasos en estación, clasificados por servicio o estación. Una media y divergencia de estos avances/retrasos también son calculadas por servicio o estación; siendo posible elegir el tramo por hora y la línea, así como el vehículo,
- Kilómetros: proporciona, para un período, una línea y un servicio dados, o dado un vehículo, el número de kilómetros comerciales y de marcha en vacío recorridos. Estas estadísticas son obtenidas a partir de los kilómetros teóricos y trayectos realmente efectuados por los vehículos.
- Tiempo trayecto de marcha en vacío: proporciona, para un período, una línea y un servicio dados, o un vehículo dado, el tiempo de trayecto en vacío (fuera de servicio comercial) y el tiempo intervalo.
- Hora de paso de un vehículo por estación: el servicio comercial debe poder responder a las reclamaciones de la clientela, para eso debe disponer, para cada vehículo en servicio comercial, de informaciones precisas sobre la hora de paso (inmediatamente) en una estación precisa.
- Kilómetros perdidos: proporciona, por línea, por servicio coche, por día, por mes, el número de kilómetros comerciales no asegurados. Se basa en las Inter distancias teóricas y en los trayectos no efectuados.
- Mantenimiento: Se trata de un conjunto de peticiones que permiten calcular índices de buen funcionamiento de los distintos equipos. Se establecen a partir de los datos de explotación de estos equipos y a partir de las alarmas enviadas al SAE central.

- Los ficheros, resultados de las peticiones y de las ediciones, se proporcionarán bajo un formato que permita su explotación bajo un programa informático de tipo EXCEL o similar.

4.8.10.4 Función Video

El sistema SAE será capaz de reproducir una situación a partir de los datos registrados en el servidor estadístico.

Los datos requeridos son, como mínimo:

- las horas de paso aplicables y realizadas, al paso de las estaciones y puntos singulares (cruces de carreteras...)
- los servicios coche asociados a los vehículos
- los conductores asociados a los vehículos

En el momento de la relectura, el usuario tiene acceso, como mínimo, a las funciones de visualización de la imagen cartográfica, de las imágenes de la línea y de las imágenes del vehículo.

Las funciones "paro", "pausa", "velocidad acelerada", "vuelta" son también accesibles a través de un diálogo del operador.

4.8.10.5 Archivado de los datos

Los datos brutos deben permanecer en línea durante 6 períodos completos (por ejemplo: invierno 2004 - verano 2004 - invierno 2005 - verano 2005 - invierno 2006 - verano 2006).

5 ESPECIFICACIONES FUNCIONALES SIV

5.1 COMPONENTES

El Sistema de Información al Viajero deberá tener los siguientes componentes:

- Componentes de nivel 1: Equipamientos.
 - Paneles embarcados.
 - Paneles en parada.
 - Móviles con la APP de información cargada.
 - Información estática en paradas de planos y horarios.
 - Etiquetas NFC y QR de activación de aplicaciones de información al usuario.
- Componentes de nivel 2: Elementos de comunicación
 - Canales de comunicación de la parada del Metro con el PCC o PCS.
 - Canales de comunicación de paneles embarcados y paradas del metro a través de canales de comunicación del PCC o PCS para mostrar información relativa a los servicios de manera integrada, siempre que se realicen los acuerdos pertinentes con el Metro de Granada.

- Canales de comunicación entre PCC y Sistema Central de nivel 4 para consumir información de utilidad.
 - Interfaces Web/APP en los móviles y ordenadores.
- Componentes de nivel 3: Sistema Central de información al viajero
 - Módulo de monitorización de paneles y estado.
 - Módulo de gestión de la información a publicar en los paneles.
 - Módulo de gestión de datos con el Sistema Central (envío de información y consumo de datos).
- Componentes de nivel 4: Sistema de billeteo
 - Módulo de registro del estado de toda la movilidad.
 - Módulo de estimación de pasos por parada.
 - Módulo de publicación de información.
 - Módulo de publicación de datos abiertos.
 - Web/ Servicios Web de información.

5.2 MODELO DE OPERACIÓN

El modelo de operación del Sistema de Información al Viajero se basará en lo siguiente:

- El operador gestionara sus paneles embarcados (interiores y exteriores).
- Los paneles en parada del metro serán gestionados por el PCC, tanto si el PCC como el PCS estén integrados o por separados
- La información de toda la movilidad hacia el usuario será enviada al PCC al sistema de billeteo donde se procesará publicará toda la información de manera que pueda ser consumida por todos los sistemas de manera integrada.
- Parte de esta información (aquella no tenga restricciones por ley de protección de datos) será publicada en datos abiertos para consumo de terceras aplicaciones y sistemas.

5.2.1 Módulo de gestión de paneles

Sí, un sistema de Información al Viajero (SIV) debe contar con un módulo de gestión de paneles que permita configurar y controlar de manera detallada los mensajes que se muestran en los paneles y pantallas a lo largo de la red de transporte. Este módulo debe permitir la programación de mensajes en función del horario y la frecuencia del servicio, así como la personalización de los mensajes para diferentes eventos o situaciones especiales.

Además, el sistema debe contar con una herramienta de monitorización que permita supervisar el estado de los paneles y pantallas, detectar problemas y tomar medidas para resolverlos de manera rápida y eficiente. Esto ayuda a garantizar que los pasajeros tengan acceso a información precisa y actualizada en todo momento.

En general, un sistema de SIV completo debe ser capaz de proporcionar información detallada y precisa a los pasajeros a través de paneles y pantallas, permitiendo una mejor experiencia de

viaje y reduciendo la incertidumbre del viajero. Permitirá la realización de las siguientes funciones mínimas:

- Se desarrollará un sistema de gestión de paneles que se integrará con el sistema de geoposicionamiento dentro del Sistema Central.
- Se desarrollará la parte de interfaz para la gestión de los paneles en el puesto de gestión.
- El interfaz tendrá una opción para simular la información que se está mostrando, en tiempo real, en un panel seleccionado.
- Será posible la configuración de cada panel en modo remoto:
 - Cada panel podrá estar asociado a una o varias paradas (dependiendo de su ubicación).
 - Los paneles se podrán configurar para emitir información de salida, paso y llegada o incluso solo mensajes informativos (sin tiempos de paso).
 - Existirá una opción para que el panel no emita ningún tipo de información (apagado virtual).
 - Se podrá configurar el tiempo máximo a partir del cual se muestra la información, pudiendo definirla:
 - Por línea.
 - Por parada.
 - Por panel.

5.2.2 Módulo de publicación de información

Deberá existir un módulo encargado de publicar la información en datos abiertos para consumo de terceros y se incluirá la publicación en Google Transit los horarios y frecuencias en formato GTFS para que pueda ser utilizada la recomendación de trayectos en Google.

5.2.3 Paneles en parada

Los paneles en parada mostrarán las estimaciones previstas de paso por la parada de los siguientes trenes. Se instalarán al menos 14 paneles informativos en las paradas del tramo Armilla – Las Gavias.

Información estática en parada con etiquetas NFC y QR activación En cada marquesina deberá instalarse información estática el usuario con el plano de las ruta e información de cada línea con las paradas que contienen en formato termómetro. Estará previsto un espacio para colocar información adicional posterior que permite avisar de cambios respecto los horarios y rutas indicadas en información estática.

Adicionalmente deberá incluir una etiqueta NFC y QR que permitan activar el móvil del usuario para que se conecte a la web de información que le suministrará específicamente los próximos autobuses que van a pasar por la parada sin otra intervención.

5.2.4 Información en Web/APP

El sistema deberá proveer de una Web/APP de información sobre el transporte incluyendo las siguientes funciones:

- Posibilidad de registro de los usuarios, de sus medios de pago para el transporte, de medios de pago para realizar recarga, y en los sistemas de viaje en modo ABT o Auto Top-Up se le puedan hacer cobros no presenciales desde la plataforma.
- Información de líneas y horarios disponibles tanto sobre plano como en formato termómetro.
- Estimador de rutas en transporte público o enlaces a las plataformas que lo puedan calcular y estimando la ruta óptima y tiempos de viaje.
- Consulta sobre los próximos pasos por parada de paradas determinadas pudiendo el usuario configurar unas paradas favoritas, en caso de estar registrado.
- Información de los usos que ha realizado en el transporte público, si registra sus medios de pago en el sistema, pudiendo consultar los saldos disponibles en su tarjeta.
- Recibir información de incidencias en general y para las rutas favoritas que el usuario puede configurar.
- Deberá tener un sistema de gestión de incidencias y quejas en base a un sistema de tickets que permita una trazabilidad de las incidencias.
- Se podrán analizar todas las actividades realizadas sobre la web (por ejemplo, mensualmente) para analizar el funcionamiento del sistema y conocer mejor las necesidades de los viajeros.

5.3 GENERALIDADES

Las funciones SIV se dividen en:

- Administración:
 - Parametrización: funciones que permiten describir los puntos de visualización (lugares, paneles), definir los ciclos de visualización de las informaciones, crear los mensajes predefinidos que deben difundirse (textuales o vocales) desde los puestos operadores del PCC,
 - Importado de datos: función que permite importar al sistema SIV central, los datos topológicos, horarios y de clientes, provenientes de sistemas externos y que son necesarios para el control de los equipos SIV,
 - Ordenes operadores: Todas las órdenes serán accesibles desde el IHM SAE
 - Creación de mensajes excepcionales
 - Visualización de las pantallas de información a viajeros
 - Selección
 - Difusión de mensajes en los paneles embarcados: definición del método de difusión de los mensajes SIV desde el puesto central dirigidos a los paneles embarcados,
 - Control de los paneles en estación metro ligero y en puntos de intercambio: definición del método de difusión de los mensajes SIV desde el PCC con destino a los paneles establecidos sobre los andenes de las estaciones o sobre los andenes de los polos de intercambio
 - Información sonora por síntesis vocal: ordenar la difusión de informaciones sonoras con ayuda del módulo de síntesis vocal, son de dos tipos:
 - Información sonora por síntesis vocal en los vehículos equipados

- Información sonora por síntesis vocal en las estaciones de metro ligero para minusválidos.
- Información sonora a bordo por radio: ordenar las informaciones sonoras en los trenes. Informaciones difundidas bien por el operador del PCC mediante radio, bien por el conductor del vehículo.

(Opcionalmente los mensajes de síntesis vocal podrán estar formados a partir de una BDD con mensajes pregrabados, con suficiente variedad en ellos para poder suministrar todos los mensajes habitualmente necesarios. Todo ello sin menoscabo de la posibilidad de radiar mensajes hablados).

5.4 ADMINISTRACIÓN

5.4.1 Generalidades

Las funciones de administración son automáticas y son accesibles solamente para el perfil de usuario "Administrador".

5.4.2 Comienzo de la aplicación

Esta función engloba la secuencia de comienzo de la aplicación SIV central y de su servidor aplicativo:

- Al principio de día de explotación
- Durante el día de explotación (modo degradado)

Al comienzo, el SIV transmite a todos los equipos que controla, los parámetros y los mensajes válidos en el instante t.

Después de un paro inesperado del sistema, y si el comienzo tiene lugar en el mismo día, el conjunto de los datos guardados se restaurará en la aplicación. No obstante, si la interrupción es superior a 15 minutos, el sistema deberá proponer al operador si desea o no volver a arrancar con los datos guardados.

5.4.3 Paro de la aplicación

El paro de la aplicación SIV causará instantáneamente una protección del contexto de los datos. Al comienzo de la aplicación, el sistema propondrá al operador la posibilidad de volver a partir sobre el contexto salvaguardado o sobre los datos inicializados.

5.4.4 Protección de los datos

Los datos salvaguardados incluyen:

- Los datos teóricos de explotación;
- Los datos ejecutorios (teóricos modificados);
- Los datos de explotación (alarmas, datos tomados de los vehículos con fines estadísticos).
- Los procedimientos de protección de los datos serán los siguientes:

- Manual, desde el módulo SIV hacia un soporte externo;
- Automático, cada 15 minutos como máximo, realizado por el módulo SIV en funcionamiento y con el fin de permitir la recuperación de los contextos de funcionamiento en caso de paro de la aplicación SIV.

5.4.5 Definición de los perfiles de usuarios

El acceso a la aplicación SIV es controlado por el sistema. Los perfiles usuario siguientes deben ser soportados:

- Administrador: usuario que puede acceder al conjunto de funciones del sistema,
- Responsable del PCC: usuario que puede acceder a las funciones de asignación y configuración de los puestos de operadores,
- Operador SIV: usuario que puede acceder al conjunto de las funciones SIV para el envío de mensajes, gestión y vigilancia del parque SIV,
- Regulador: usuario que puede acceder a las mismas funciones que el operador SIV,
- Supervisor: usuario que tiene acceso a las funciones de visualización del parque SIV, en modo de consulta solamente,
- Formador: usuario que puede acceder a las funciones de formación,
- Mantenedor: usuario que puede acceder a las funciones mantenimiento, como el acceso a las bases de datos estadísticas, a la edición de las alarmas registradas en el sistema central,
- Usuario explotador: usuario que puede acceder a la consulta de ciertas funciones SIV desde su puesto de trabajo conectado a la red informática del Explotador.

La gestión de los derechos de acceso se hará por usuario; cada usuario debe tener un perfil y una contraseña de conexión.

La declaración de otros perfiles de usuario será posible a partir del puesto "administración", por el usuario habilitado.

5.4.6 Parametrización de la herramienta

Estas funciones cubren las necesidades relativas a la evolución de la red de transporte (extensión de línea, modificaciones in extremis del nombre de las estaciones...).

El acceso a esta función está parametrizado por el administrador.

Una visualización por sinópticos permitirá la selección de una línea, de un grupo de línea, de una zona, de un punto de intercambio, de un panel en particular, de un vehículo, de un grupo de vehículos....

A raíz de esta selección, la parametrización de los elementos seleccionados será posible. La función permite:

- La elaboración automática de un elemento del SIV (los paneles de información a viajeros en la estación, los paneles informativos para viajeros a bordo...) en la aplicación SIV;
- La modificación de los parámetros de cada SIV;
- La modificación de los pictogramas asociados a los distintos estados de un SIV

- La modificación del código de las estaciones;
- La visualización o no de ciertos puntos de parada;

5.4.7 Importación de los datos hacia el módulo SIV central

Esta función consiste en transferir los datos útiles para el SIV desde:

- Las aplicaciones informáticas del explotador,
- El SAE.

Las transferencias se realizan automáticamente o bajo demanda.

Desde el cliente SAE se puede acceder a distintas funciones del SIV como recabar información sobre los paneles de parada, diversas funciones de mantenimiento o envío de mensajes.

Esas acciones se realizan desde un menú contextual de este tipo:

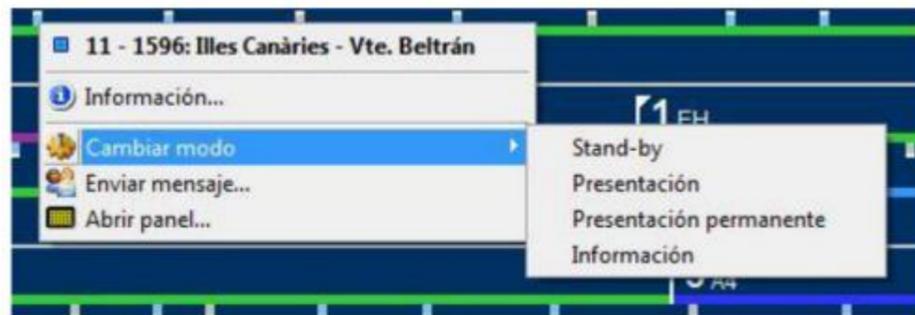


Figura 8 Tipos de presentación en pantalla SIV

5.4.8 Puesta en hora del PCC

Esta función permite garantizar la utilización de una misma referencia horaria para todos los equipos del sistema.

Se realiza mediante la conexión de una central horaria externa al SIV central, que se encarga de difundir la hora hacia los equipos que controla. (sistema cronometría)

5.4.9 Conexión de los usuarios

Esta función cubre el comienzo de la aplicación a partir de un puesto cliente.

Una ventana de diálogo debe permitir al operador de introducir su nombre y su contraseña.

Un fichero de configuración por usuario permite guardar el contexto de explotación del usuario.

5.5 ORDENES OPERADOR

5.5.1 Selección

La lista de los sinópticos del SIV será, como mínimo la siguiente:

- Un sinóptico general del estado de los equipos SIV,
- Un sinóptico que represente los parámetros de configuración de cada equipo, A partir de los sinópticos, será posible seleccionar equipos SIV para:
- Cambiar los parámetros,
- Enviar mensajes,
- Ver, en tiempo real, el estado de los paneles de información a viajeros y los mensajes indicados.

Todas las ordenes se darán desde la estación de trabajo SAE-SIV (o bien una de las dos de operador o bien la del agente comercial)

5.5.2 Composición de los mensajes

Esta función de mensajería es accesible desde un puesto de operador SIV.

La prioridad de acceso a la función de difusión de mensajes entre varios operadores viene dada por un parámetro de la aplicación SIV.

Existen dos tipos de mensajes:

- Los mensajes de texto predefinidos recogidos en una biblioteca de mensajes, biblioteca específica de esta función y administrada por el módulo SIV central,
- Los mensajes textos creados.

El envío de los mensajes lo hace un operador a través de un diálogo desde los puestos de trabajo SIV (desde el PCC o desde otro lugar al que se haya desviado esta función). El diálogo incluye:

- El mensaje que debe transmitirse: elección en la biblioteca de mensajes o composición a través del teclado
- El método de visualización (ciclo de visualización, parámetros de visualización),
- Las condiciones de visualización (fecha principio, fecha de final),
- Los destinatarios del mensaje (conjunto de los vehículos de la red, de los vehículos de una línea o de un grupo de líneas, un vehículo aislado, el conjunto de los paneles de la red, los paneles de una línea o de un grupo de líneas, un panel aislado...).

Con el fin de facilitar el trabajo del operador, se implantará en el SIV una función de ayuda a la composición de los mensajes. La aplicación propondrá varios tipos de organización del texto según los parámetros del panel de información a viajeros.

5.5.3 Visualización

Esta función permite visualizar en tiempo real los mensajes mostrados en el equipo seleccionado. Será posible visualizar, al mismo tiempo, al menos 6 equipos seleccionados en el puesto de un operador SIV.

La herramienta de mensajería de información a usuarios permite el envío de mensajes desde el centro de control a cualquier tranvía conectado y a las paradas informativas para presentarlos a los viajeros de forma puntual, a través de los sistemas de información correspondientes.

Se pueden enviar mensajes a tranvías individuales, líneas y paradas con panel informativo, a través de los siguientes puntos:

- Menú y barra principal de la aplicación: Herramientas – Mensaje a usuarios.
- Barra de herramientas de cada termómetro de línea, realizando entonces una preselección de la línea a la que se desea realizar el envío.
- Menú contextual de cada una de las representaciones de los vehículos sobre la pantalla de termómetros.
- Menú contextual de las paradas con panel informativo sobre los termómetros. Los mensajes se configuran desde una ventana de este tipo:

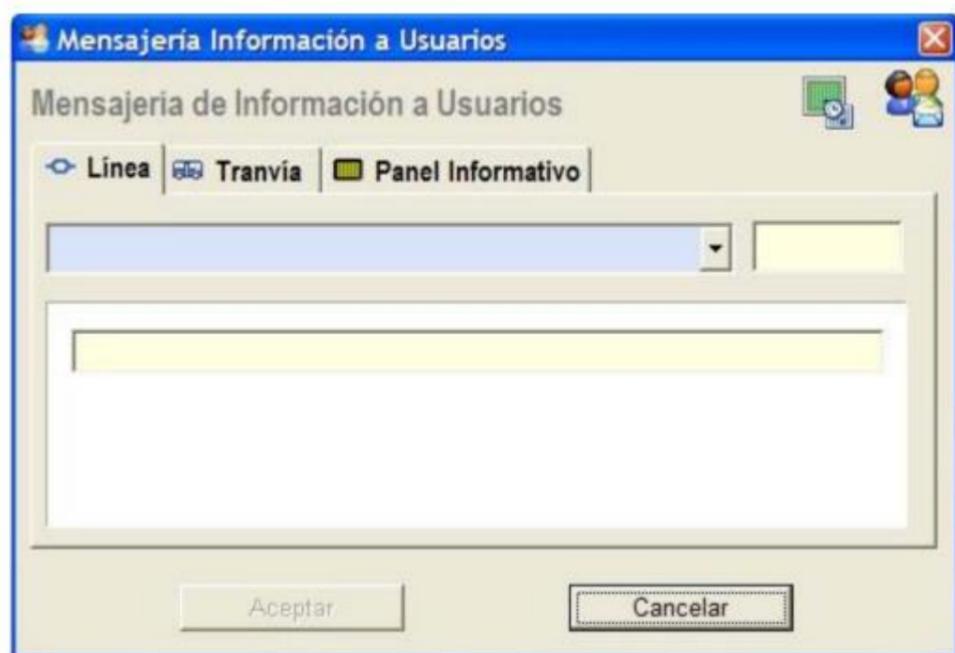


Figura 9 Envío de mensajes sistema SIV

Para poder efectuar el envío se requiere:

- Selección del elemento objeto del envío: línea, tranvía, panel informativo.
- Configuración del envío:
 - Introducción del mensaje deseado.
 - En el caso de paradas, introducción de la duración, en caso de no ser ilimitada.



Figura 10 Tiempo de duración del mensaje

5.6 CONTROL DE LOS PANELES INFORMATIVOS EXTERIORES

Esta función consiste en indicar sobre los paneles exteriores de los vehículos (generalmente un panel frontal, un panel posterior, y uno o más paneles laterales) informaciones útiles para los viajeros que esperan en las paradas.

Sobre cada vehículo un módulo externo a la función SAE embarcada posee en memoria los textos o gráficos que deben indicarse sobre cada uno de los paneles, y para cada uno de los mensajes un código numérico correspondiente (tabla de configuración definida en la aplicación SIV del puesto central).

A cada secuencia de paradas se le asocia un código numérico del sistema de paneles.

La asociación códigos numéricos/secuencia es realizada por la aplicación SIV central y transmitida hacia la aplicación SAE, a continuación, es transmitida hacia el vehículo en el archivo descriptivo de la línea.

Los códigos de los paneles que corresponden se determinan en función de:

- la localización del vehículo,
- del conocimiento de la secuencia asociada al trayecto realizado.
- informaciones de la descripción de línea.

Las informaciones indicadas son:

- sobre los vehículos de un servicio comercial: el N° de la línea y el destino,

- sobre los vehículos fuera de servicio comercial: "sin pasajeros",
- sobre los vehículos rumbo las cocheras: no hay información, puesta en negro.

En caso de fallo de uno de los módulos de la cadena embarcada, seguirá siendo posible el control manual de los paneles por parte del conductor desde el pupitre de paneles (control manual).

5.7 PANTALLA LUMINOSA A BORDO

5.7.1 Generalidades

Esta función consiste en indicar sobre los paneles instalados dentro del espacio para viajeros de los vehículos, la información destinada a la clientela:

- la marcha del vehículo,
- mensajes específicos administrados por la aplicación SIV central,
- la hora actual sincronizada por el sistema central.

5.7.2 Información relativa a la marcha del vehículo

Esta información incluye:

- el anuncio de la terminal de destino,
- el nombre de la próxima estación,
- las correspondencias posibles.

Estas informaciones serán calculadas en cada vehículo por el módulo SAE embarcado en función de: su localización, del conocimiento de la secuencia de estaciones asociada al trayecto realizado y de la información descriptiva de la línea transmitida para generar las ordenes de visualización.

5.7.3 Inhibición

Sobre los puestos de los operadores del PCC, una orden de inhibición de los paneles permite:

- puesta en negro,
- la inhibición de la visualización de la información de marcha del vehículo de todos los paneles de la red, de los paneles de una línea o de un grupo de líneas, de un grupo de paneles o del panel aislado.

5.8 INFORMACIÓN SONORA EMBARCADA

Para el conjunto de los trenes, la información sonora consiste en:

- aplicar un sistema de síntesis vocal, (o como definido antes, a partir de mensajes pregrabados)
- permitir al regulador o al conductor dirigirse al cliente (debe preverse un interfaz de radio) mediante los altavoces internos. La conmutación manual la realizará el conductor.

Esta función consiste en difundir en los compartimentos para viajeros de los vehículos las informaciones sonoras relativas a:

- el nombre de la próxima estación, al acercarse dicha estación,
- el nombre de la terminal de destino, al abrirse las puertas en la estación.

En cada vehículo, la difusión se realiza a partir de un equipamiento de síntesis vocal controlado por el sistema SAE.

A cada nombre de estación o de terminal, se le asocia un código numérico del sistema de síntesis vocal.

El código correspondiente a la estación de llegada del vehículo es transmitido por la aplicación SAE embarcado en función de:

- la localización del vehículo,
- informaciones de la descripción de línea.

El código que corresponde al terminal de destino es transmitido por la aplicación SAE embarcado en función de:

- la localización del vehículo en estación,
- informaciones de la descripción de línea,
- de la información "apertura de las puertas".

Sobre el pupitre embarcado SAE, el conductor puede acceder a una orden de inhibición de la difusión de mensajes sonoros.

El sistema central de gestión de la síntesis vocal permitirá escoger y editar los datos que permitirán el funcionamiento del sistema de síntesis vocal embarcado. Permitirá, entre otras cosas, la grabación de mensajes.

Este sistema permitirá programar los sistemas de síntesis vocal embarcado, de una manera rápida y fácil.

5.9 INFORMACIÓN SONORA EN LA PARADA

Esta función consiste en difundir en la megafonía de un andén de estación o parada:

- la llegada de un metro ligero,
- su número de línea,
- su destino,
- su posición de parada en las estaciones de más 30 m (para informar a los invidentes),

Para ello, el SAE central envía un mensaje al sistema de sonorización central cuando un metro ligero llega en una estación para comenzar la sonorización.

Para poder integrar los elementos del Sistema de Megafonía existente en las Estaciones y Paradas es necesaria la instalación de un Front End que posibilite dicha integración.

Este software de integración será suministrado por Indra y es compatible con el software del SIV.

5.10 INFORMACIÓN VISUAL EN LA ESTACIÓN DE METRO LIGERO

5.10.1 Generalidades

Esta función consiste en indicar, sobre los paneles de información instalados en las paradas de las estaciones de metro ligero y en los polos de intercambio, la información destinada a la clientela, y relativa a:

- la marcha del vehículo,
- mensajes específicos gestionados por la aplicación SIV central,
- la hora actual sincronizada por un sistema central.

Fuera de los períodos de explotación, los paneles mostrarán mensajes comerciales específicos suministrados desde un puesto operador comercial conectado a la aplicación SIV. Opcionalmente podrán mostrar sólo la hora y la fecha.

Esta información estará adaptada, por lo que las características de los terminales de información SIV también se adecuarán a cada situación concreta.

Así se adaptará la cantidad y calidad de información en función del punto en que vaya a ser mostrada. Así, respecto al teleindicador de matriz original se plantean:

- Terminales basados en pantallas de 32" para los conductores.

5.10.2 Informaciones relativas a la marcha del vehículo

Esta información es la siguiente:

- En modo nominal: visualización del tiempo de espera hasta la llegada a la estación en cuestión, de los dos próximos vehículos que paren en la estación /parada
- En modo degradado: visualización de la hora de paso teórica del próximo vehículo.

Estas informaciones son transmitidas por el módulo SIV central que, a partir de las informaciones de adelanto/retraso y de las tablas horarias proporcionadas por el módulo SAE, calcula, para cada parada, el tiempo de espera o las horas reales de llegada de los dos próximos trenes.

Existirán cuatro eventos básicos que pueden ser difundidos de forma genérica respecto a un Servicio. Dichos eventos básicos son:

- Aproximación
- Estacionamiento
- Salida Inmediata

- Retraso

Cada vez que el SIV introduce un nuevo Servicio en el Plan de Explotación vigente, se calcularán de forma automática qué eventos de los citados anteriormente corresponden a un determinado Servicio en función de una serie de criterios, tales como:

- Tipo de Tren (simple, doble)
- Tipo de Punto de Control (origen, destino, parada comercial, paso)
- Andén de Llegada y/o salida
- Retraso acumulado
- Otros.

Así, si la parada actual es origen de un tren, éste no tendrá eventos de aproximación ni estacionamiento o en destino no presentará eventos de salida inmediata.

Cualquier modificación sobre un servicio (retraso o adelanto, asignación de dársena, cancelación, etc.) Provocará que el SIV recalculé los eventos asociados a dicho servicio de forma automática.

Todos los eventos serán modificables por el Operador SIV en lo que se refiere a condiciones, tiempo de duración, etc. Además, el Operador SIV podrá crear sus nuevos eventos asociados a servicios.

Devianción	Inicio	Repeticiones	Mensaje	Mensaje Plural	Autom.	Activo
Estado de Servicio	-00:10		Atención	Próximas Llegadas	SI	SI
Destino - Aproximación - 1	-00:01		Próxima Llegada	Próximas Llegadas	SI	SI
Destino - Aproximación - 1	-00:01		Próxima Llegada	Próximas Llegadas	SI	SI
Destino - Estacionamiento - 10	-00:10		Próximo Estacionamiento	Próximos Estacionam...	SI	SI
Destino - Estacionamiento - 10	-00:10		Próximo Estacionamiento	Próximos Estacionam...	SI	SI
Origen - Estacionamiento - 10	-00:10		Próximo Estacionamiento	Próximos Estacionam...	SI	SI
Origen - Estacionamiento - 10	-00:10		Próximo Estacionamiento	Próximos Estacionam...	SI	SI
Origen - Salida - 3	-00:03		Próxima Salida	Próximas Salidas	SI	SI
Origen - Salida - 3	-00:03		Próxima Salida	Próximas Salidas	SI	SI
Paso - Aproximación - 10	-00:10		Próxima Llegada	Próximas Llegadas	SI	SI
Paso - Aproximación - 10	-00:10		Próxima Llegada	Próximas Llegadas	SI	SI
Paso - Estacionamiento - 5	-00:05		Próxima Llegada	Próximas Llegadas	SI	SI

Figura 11 Listado de eventos en el sistema SIV

5.10.3 Inhibición

Sobre los puestos de operadores del PCC, una orden de inhibición de los paneles permite la puesta en negro o la inhibición de la visualización de las informaciones de marcha del vehículo de: todos los paneles de la red, de los paneles de una línea o de un grupo de líneas, de un grupo de paneles o de un panel aislado.

5.11 INFORMACIÓN VISUAL EN LOS PUNTOS DE INTERCAMBIO

Los polos de intercambio estarán equipados de paneles de información para viajeros. Las informaciones difundidas serán de tres tipos:

- Informaciones tipo bus o tren
- Informaciones tipo Metro ligero
- Informaciones recapitulativas que permitan a los clientes ver sobre el mismo panel los próximos autobuses, trenes o trenes que saldrán del punto de intercambio.

(esto implicará una conexión de los SAE TR de ambos sistemas)

5.12 ALARMAS

5.12.1 Generalidades

Este capítulo resume el tratamiento de las alarmas en el sistema SIV. Es similar al tratamiento de las alarmas SAE.

5.12.2 Alarmas técnicas

Se trata de las alarmas que deben remitirse al SAE con fines de visualización, mantenimiento y estadísticas.

Estas alarmas indican una disfunción en los siguientes equipamientos:

- alarma SIV embarcado,
- alarma SIV estación,

5.12.3 Parametrización de las alarmas

5.12.3.1 Parametrización de la activación de las alarmas

Esta función permite, para algunos tipos de alarmas, adaptar los límites máximos en duración, número de incidencias, a partir de los cuales la alarma debe activarse.

La configuración de activación de las alarmas se realiza en los puestos operadores y se memoriza en el módulo SIV central.

Esta parametrización la realizan los usuarios habilitados.

5.12.3.2 Parametrización del tratamiento de las alarmas

Esta función permite definir el tratamiento asociado a cada tipo de alarma. Consiste en adaptar, para cada tipo de alarma, las características del tratamiento:

- el grado de urgencia,
- si deben visualizarse en las ventanas alarmas,
- si su aparición debe asociarse a una alarma sonora y a un color determinado,
- el texto y la ayuda en línea asociada,
- en qué puesto de trabajo deben indicarse,
- hacia qué perfil de destinatario va dirigida.

En fase final, algunas alarmas podrán ser remitidas hacia la aplicación SCADA.

5.12.3.3 Clasificación de las alarmas

Las alarmas son parametrizables según x niveles de gravedad. Este nivel se materializa en el método de visualización de la alarma en el puesto operador (color, brillo, etc.) permitiendo a éste dar prioridad al tratamiento de la alarma más grave.

5.10.3.4 Inhibición de las alarmas

Las alarmas repetitivas se filtrarán teniendo en cuenta un límite máximo parametrizable.

Algunas alarmas pueden desencadenar el aumento de otras alarmas. Por ejemplo, un defecto de alimentación eléctrico puede desencadenar aumentos de alarmas intempestivos mientras que los propios equipamientos no están en defecto. Para evitar este aumento "en avalancha" de acontecimientos, es necesario crear relaciones jerárquicas entre las alarmas y definir qué alarmas van a inhibir los aumentos de otras alarmas.

5.12.3.4 Desactivación de las alarmas

El operador inicia esta operación por validación, esto implica que el acontecimiento que ha originado la alarma está en curso de ser tratado. Permite:

- conocer la hora a la cual el operador vio la alarma e inició el proceso de Resolución,
- evitar, si la parametrización fue prevista en este sentido, que el mensaje de alarma sea emitido de nuevo,
- informar a los otros operadores que el proceso de Resolución será iniciado,
- El hecho de desactivar la alarma no hace desaparecer ésta de la zona de alarmas del puesto del operador. La alarma solo desaparecerá de esta zona si se reúnen dos condiciones:
- el acontecimiento que ha originado la alarma ha desaparecido,
- se ha desactivado la alarma.
- La "desactivación" de una alarma es equivalente al concepto usado en el anejo 5 SCADA

5.12.3.5 Visualización de las alarmas

En la aplicación SIV central, las alarmas se indicarán, según su nivel de gravedad, con una visualización específica de cada tipo de alarma. Algunas alarmas podrán indicarse sobre la aplicación SAE central.

5.13 PRINCIPIOS DE EXPLOTACIÓN DE LOS ESTADOS DE PERTURBACIÓN

5.13.1 Generalidades

Este capítulo tiene por objeto describir a los estados más frecuentes de perturbación durante la explotación y los procesos de información SIV asociados.

5.13.2 Avería de un metro ligero en explotación comercial

5.13.2.1 Información dirigida a los clientes del vehículo:

En caso de reasignación de otro vehículo, se informa a los clientes de la transferencia, mediante la megafonía del metro ligero. De ello se encargará el operador de regulación o el conductor cuando la Sonorización no esté operativa.

5.13.2.2 Información dirigida a los clientes de las estaciones afectadas por la perturbación:

En función del retraso, se realiza través del SIV para el trayecto seguido y para los trenes siguientes, si el retraso es superior al tiempo de intervalo entre trenes.

5.13.3 Retraso superior a los límites máximos aceptables e inaceptables en relación con el horario teórico

5.13.3.1 Información dirigida a los clientes del vehículo

Ninguna, excepto en el caso de que el retraso afecte a las correspondencias.

5.13.3.2 Información a clientes en las paradas afectadas por la perturbación

El SIV indica el tiempo de espera del metro ligero, hasta un determinado valor de retraso parametrizable en línea. Una vez este alcanzado dicho plazo, el SIV indica la hora de paso calculada por el SAE.

5.13.4 Adelanto superior a un límite máximo parametrizable en relación con el horario teórico (modo de regulación de horario)

5.13.4.1 Información a los clientes del vehículo

Ninguna

5.13.4.2 Información a clientes a las paradas afectadas por la perturbación

El SIV indica el tiempo de espera del próximo Metro Ligero teniendo en cuenta el anticipo del vehículo.

5.13.5 Correspondencias perturbadas o no realizadas.

5.13.5.1 Información a los clientes del vehículo que espera

Mensaje del tipo: "espera correspondencia línea XXX"

Anejo N°7. Sistema Sae, Siv Y Radio

5.13.5.2 Información a los clientes del vehículo esperado

Mensaje del tipo: "correspondencia garantizada con línea XXX – correspondencia no asegurada" (según indicación del Regulador).

5.14 MODOS DEGRADADOS

5.14.1 Generalidades

Los equipos y sistemas SIV deberán responder a las especificaciones siguientes. Estas especificaciones deberán ser completadas por el licitador.

5.14.2 Avería del módulo SIV Central

Cuando la información al viajero a las estaciones no está garantizada, el conjunto de los paneles de información a viajeros se pone en "Negro".

A bordo, la emisión de mensajes, predefinidos o compuestos a partir de los puestos SIV de la central, ya no es posible. Sin embargo, el resto de las informaciones tratadas a bordo, no se ven afectadas (control de los paneles exteriores, anuncio estación visual y/o sonoro).

5.14.3 Avería del módulo SAE embarcado

En este caso el conjunto de las funciones de control de los paneles informativos exteriores, control de los paneles interiores y control de la síntesis vocal pasan a estar inactivas:

- Los paneles exteriores se ponen en "negro" y el conductor utiliza el método de control manual,
- los paneles interiores ya no son controlables,
- el control de la síntesis vocal ya no está garantizado.

5.14.4 Avería de los terminales embarcados, paneles exteriores, paneles interiores

En caso de malfuncionamiento de los terminales o de un mal intercambio de datos con el módulo SAE embarcado, el conductor dispone de una función, accesible desde pupitre SAE u opcionalmente sobre estación de trabajo SAEIV, que le permite inhibir los paneles exteriores y/o interiores

6 SISTEMA DE COMUNICACIONES VÍA GPRS/3G/4G

Este sistema no se encuentra dentro del alcance del presente Anejo, ya que su funcionamiento y operación actualmente está siendo implantado en las unidades de embarcados del Metro de Granada.

7 SISTEMA DE COMUNICACIONES WIFI.

El sistema de la red Wifi, o WLAN se Encuentra descrito en el Anejo 5 Comunicaciones del presente proyecto de ampliación del Metro de Granada.

8 SISTEMA DE COMUNICACIONES VÍA RADIO

8.1 GENERALIDADES

Según lo publicado por Motorola Solutions, el fin del ciclo de vida del Sistema TETRA IP Compact en R8.1 se produjo el 31 de diciembre de 2018, esto referido a las ampliaciones de infraestructura. El fin del periodo de soporte por parte del fabricante (Motorola) fue el 31 de diciembre de 2021, tres años después.

Como consecuencia de lo indicado anteriormente, Amper Sistemas propone la sustitución del nodo de conmutación del sistema TETRA IP Compact por uno de nueva generación TETRA IP Express y la actualización de las estaciones base MTS existente a una reléase de Software compatible con la versión del nuevo nodo de conmutación.

El nuevo sistema mantendrá las funcionalidades existentes, soportará las estaciones base MTS tras su actualización de hardware y software y será compatible con las aplicaciones de terceros que trabajan sobre el sistema TETRA actual.

Junto con el nodo de conmutación se incluye en el alcance de suministro una consola de despacho, el sistema de grabación y el subsistema de integración telefónica, al no ser compatibles los existentes con el nuevo sistema TETRA Express.

Una vez sustituido el nodo de conmutación por el TETRA Express será viable la ampliación del Sistema de Radiocomunicaciones TETRA con nuevas estaciones base MTS que proporcionarán cobertura en el trazado de los nuevos tramos de la ampliación de Metro.

Inicialmente se incluye en el alcance de suministro, para estos nuevos tramos, siete estaciones base tipo MTS2 de dos portadoras cada una (2 BRs), con el mismo equipamiento que las que actualmente están en servicio. Además de sus sistemas radiantes asociados a cada una de ellas.

Para los dos tramos (R01 y R02) que van desde Armilla hasta Las Gavias se propone la instalación de cuatro estaciones base MTS2 con sistema radiante formado por antenas omnidireccionales.

Para el tramo R03 que va desde Armilla hasta Alhendín se propone la instalación de tres estaciones base MTS2, y dadas las características del trazado, un sistema radiante formado por paneles.

La renovación, actualización y ampliación del Sistema de Radiocomunicaciones TETRA constará de:

Un (1) Nodo de Conmutación y Control TETRA Express de Motorola equipado con:

- Standalone Server con Redundancia Local/Geográfica
- Servicio de voz
- Servicio de Datos Cortos
- Servicio de Datos por Paquetes
- Licencia para 15 Estaciones Base
- Licencia para 500 usuarios
- Licencia RCM (Radio Control Manager) con DGNA (Dynamic Group Number Assignment)
- Un (1) Subsistema de Integración Telefónica IP (10 llamadas)
- Un (1) Subsistema de Grabación de 20 canales simultáneos
- Un (1) Terminal de Gestión y Supervisión de Red
- Un (1) Puesto de Operador Radio (Consola de Operador)
- Dieciséis (16) Conversor de medio Ethernet / Fibra Óptica para MTS existentes
- Adaptación del HW de la Estaciones Base del sistema y actualización a nueva versión de SW compatible con el nuevo nodo de conmutación TETRA IP Express
- Siete (7) Estaciones Base MTS2 – frecuencia 410 – 430 MHz, equipadas con:
 - Controlador de emplazamiento (TSC)
 - Dos portadoras – Bases Radio (BR) de alta potencia RF
 - Fuente de Alimentación con tensión de trabajo 230Vca / 48Vcc
 - Doble diversidad en la recepción
 - Duplexor + Preselector
 - Doble enlace Ethernet con Nodo de Conmutación
- Cuatro (4) Sistema Radiante para estación base compuesto por:
 - Dos (2) antenas omnidireccionales de 2,15dBi de ganancia
 - Soporte/herraje para sujeción de antenas en mástil
 - Dos tiradas de cable coaxial de 1/2" para conectar las antenas con la MTS
 - Conjunto de latiguillos de conexión, conectores, kit de tierra, etc.
- Tres (3) Sistema Radiante para estación base compuesto por:
 - Dos (2) antenas de panel de polarización cruzada
 - Dos (2) divisores de potencia de 2 vías
 - Soporte/herraje para sujeción de antenas en mástil
 - Dos tiradas de cable coaxial de 1/2" para conectar las antenas con la MTS
 - Conjunto de latiguillos de conexión, conectores, kit de tierra, etc.
- Catorce (14) Conversor de medio Ethernet / Fibra Óptica para las nuevas MTS.
- Servicios de Gestión de Proyecto, Ingeniería, Documentación, Formación, Instalación, Puesta en Marcha y Configuración del Sistema.

La solución propuesta se basa en un Sistema de Conmutación y Control TETRA IP Express en configuración de "Redundancia" con equipamiento de voz, datos y redundancia, compuesto por un Nodo de Conmutación con redundancia intrínseca en el mismo bastidor de los elementos críticos y siete estaciones base tipo MTS2 para la ampliación de cobertura de los nuevos tramos

de Metro de Granada. En los siguientes apartados se hace una descripción general del sistema TETRA Express de y la arquitectura del sistema particularizada para METRO de Granada.

8.2 VISIÓN GENERAL DEL TETRA EXPRESS

El sistema TETRA Express de fue desarrollado para satisfacer las necesidades de los clientes que requieren una solución ampliable que cumpla con los requisitos TETRA y sea rentable, con hasta 20 emplazamientos de RF y 10 consolas de despacho.

Las ventajas del sistema TETRA Express son:

- Económico
- Ampliable
- Fácil de transportar (todos los componentes principales en un solo armario)
- Fácil de implementar (compatibilidad con el asistente de configuración del sistema para el aprovisionamiento del sistema, plug and play)
- Fácil de configurar (configuración basada en web de todos los objetos)
- Fácil de operar (copia de seguridad / restauración mejorada, ayuda contextual)
- Fácil de mantener (totalmente en remoto)
- Fácil de actualizar

TETRA Express es un sistema TETRA pequeño que ofrece el siguiente conjunto de funcionalidades (no todas están incluidas en el alcance de esta propuesta):

- De 1 a 20 estaciones base cada una con hasta 8 Radios Base (MTS4) o 2 Radios Base (MTS2) o MTS1 excepto en el caso de tener un Servidor Express integrado en un MTS4 o MTS2. Para los sitios que integran Express Server, la capacidad de BR se reduce a tres BR para MTS4 y una BR para MTS2.
- Servidor Express independiente con cualquier combinación de tipos de MTS
- Hasta 10.000 radios de suscriptores Hasta 1.000 grupos de conversación Redundancia Local o Geográfica
- Hasta 10 consolas de despacho basadas en navegador web o 10 consolas de despacho de terceros
- Hasta 30 líneas de Interconexión Telefónica
- Servicio de datos cortos (punto a punto, SDS de grupo, SDS de difusión, almacenamiento y reenvío de SDS)
- API de registro de voz
- Autenticación y Cifrado de Interfaz Aérea (No incluida)
- Servicio de datos por paquetes
- API de acceso a la información de tráfico aéreo (ATIA)
- API de North Bound Interfacerfaz (NBI) de reenvío de fallos

TETRA Express se basa principalmente en componentes de la versión TETRA R9.X. Puede configurarse con una MTS primaria que incluye un servidor y opcionalmente un número de MTS secundarias. TETRA Express soporta servicio de voz, incluida la interconexión telefónica, grabación, consolas de despacho de terceros y consolas de despacho basadas en web, así como servicio de datos cortos y por paquetes.

Anejo N°7. Sistema Sae, Siv Y Radio

Para reducir tanto el coste como el tamaño físico del sistema, todas las aplicaciones de servidor y todas las funciones de red se consolidan en un solo servidor físico que se puede instalar en el armario de la MTS2 o MTS4 principal. Para MTS1 con capacidades para exterior, el servidor TETRA Express no está instalado en la estación base, se puede instalar en centros de datos o en salas de equipos electrónicos.

La propuesta de Amper Sistemas para el Sistema de Metro de Granada es la configuración de servidor aislado e independiente en configuración redundante. Esta configuración se describe más adelante en este documento.

8.2.1 Mantenimiento / Soporte Remoto

Se puede acceder al sistema a través de una conexión VPN desde Internet. Al usar la conexión VPN, es posible acceder a la interfaz del Administrador de red basado en web de TETRA Express. Si el cliente no desea tener su sistema conectado a Internet en todo momento, el cable del puerto VPN se puede desconectar físicamente hasta que se necesite el soporte remoto.

8.2.2 Usuarios Del Sistema

TETRA Express proporcionara servicios a tres grupos de usuarios:

- Usuarios de Radio: usuarios móviles en el sistema que pueden recorrer el área de cobertura de radio proporcionada por el sistema.
- Usuarios de Consola: usuarios fijos que tienen acceso a funciones e instalaciones avanzadas proporcionadas por el sistema. Estas funciones permiten a los despachadores comunicarse de manera eficiente con las flotas de usuarios móviles y administrarlas.
- Administradores de red: responsables de administrar y mantener el sistema TETRA Express. El sistema proporciona aplicaciones web que permiten a los administradores de red administrar eficientemente el sistema.

Los administradores de red que están administrando el sistema usan TETRA Express Network Manager, un PC de servicio local o un PC de servicio remoto.

8.2.3 Arquitecturas

El sistema TETRA Express puede ser configurado con diferentes arquitecturas, consta de un servidor Express ubicado opcionalmente en una estación base o de forma aislada e individual, Administrador de red TETRA Express basado en web, Consolas de despacho TETRA Express basadas en web o de terceros, Radio Control Manager TETRA Express basado en web y estaciones base MTS.

La siguiente figura se muestra la arquitectura del sistema TETRA Express con el servidor ubicado en una estación base. Hay que tener en cuenta que el sistema admite hasta un máximo de 10 consolas de despacho, 10 Network Manager basados en web y 10 Radio Control Manager basados en web distribuidos como portátiles (tabletas Android / Windows) o clientes fijos (PC con Windows). Se puede acceder a las tres aplicaciones basadas en web simultáneamente a través de un solo cliente.

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

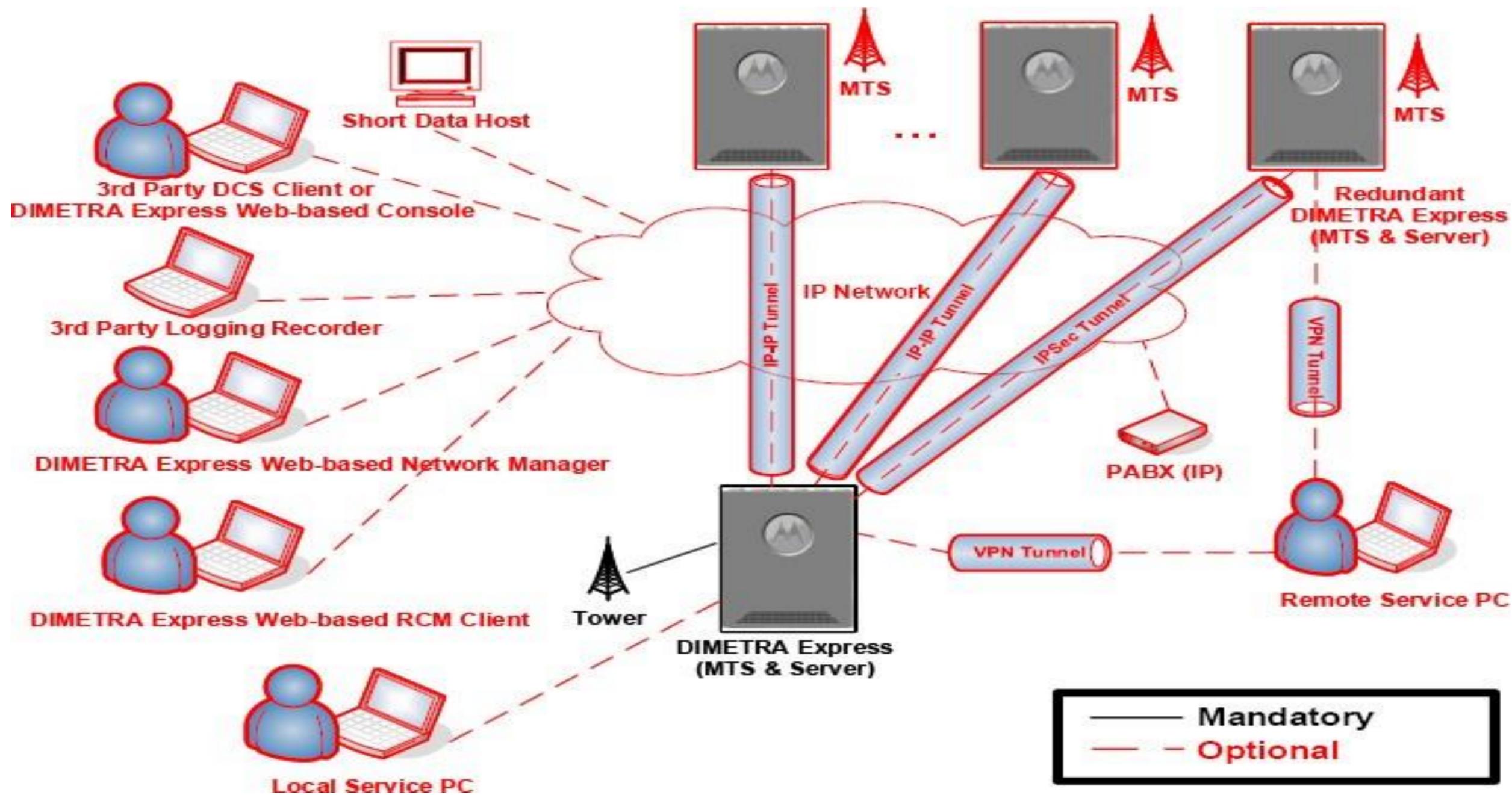


Figura 12 Arquitectura TETRA Express con servidor en MTS

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

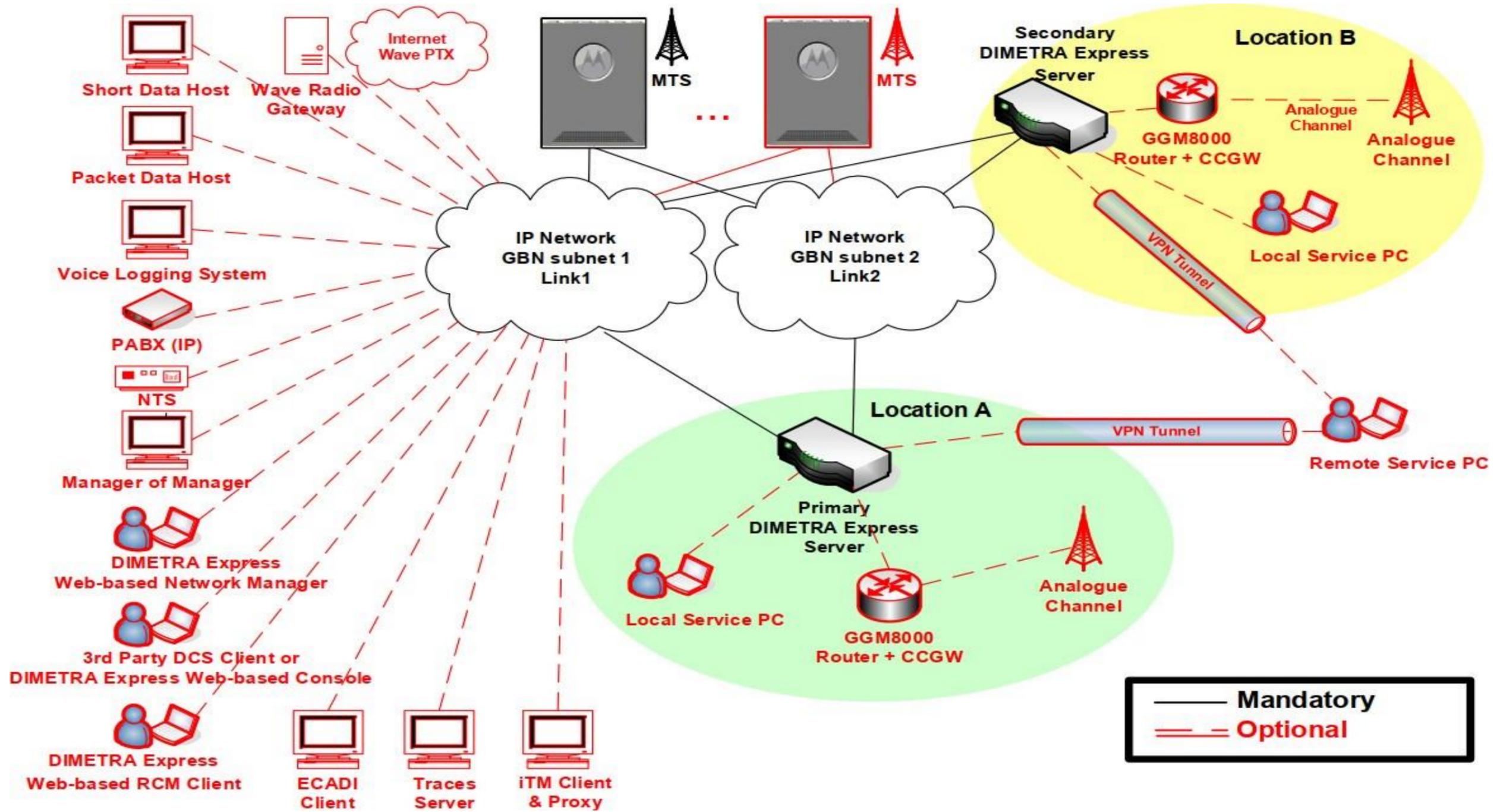


Figura 13 Arquitectura TETRA Express con servidor en MTS ampliado

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gaviás (T-MG6211/PPR3)

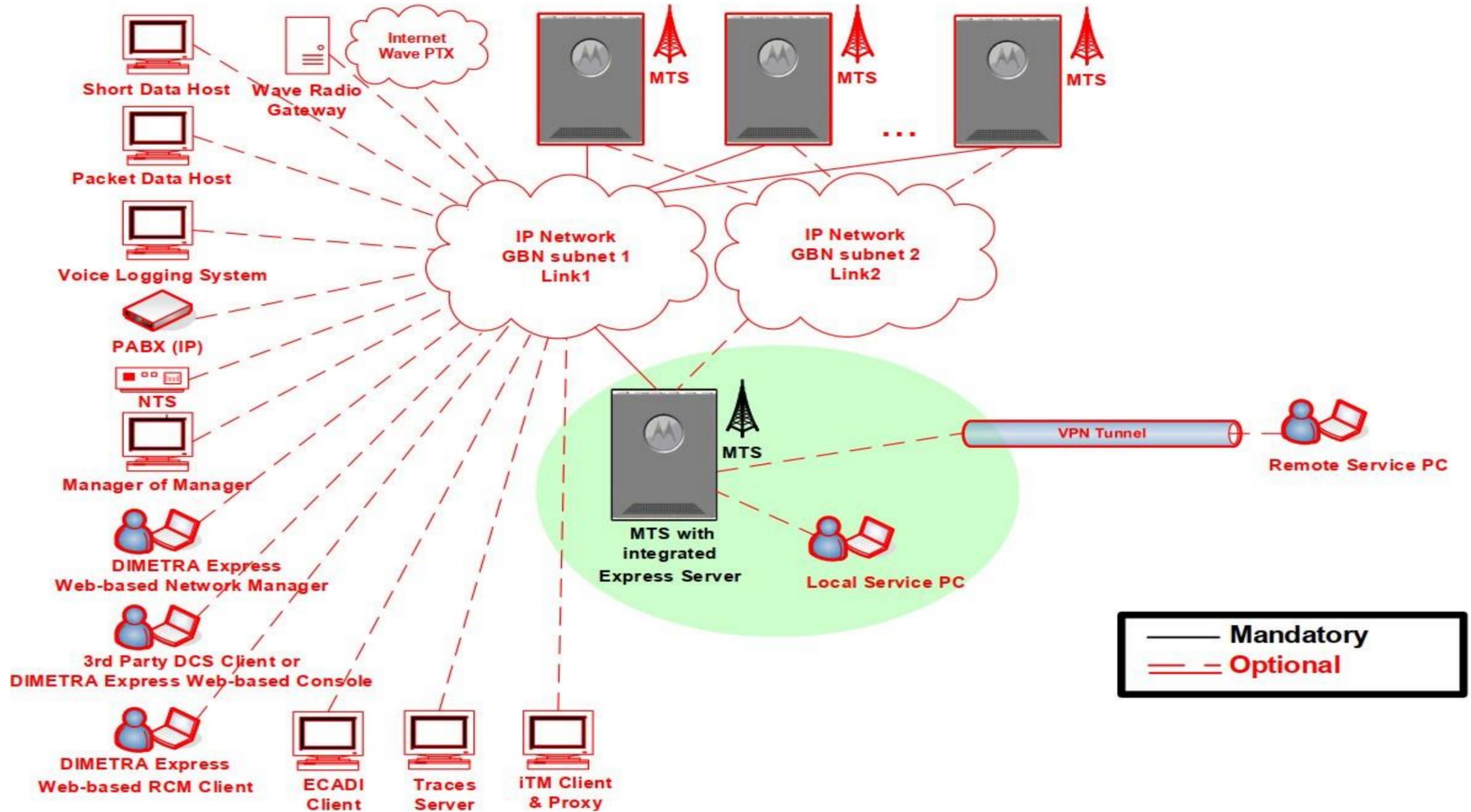


Figura 14 Arquitectura TETRA Express con redundancia de servidor en MTS

En la siguiente figura se muestran la arquitectura del sistema TETRA Express en configuración redundante y con los servidores (nodos) separados de las estaciones base.

8.2.4 Subsistemas Usados En Tetra Express

Hay cuatro variantes diferentes de sistemas TETRA Express disponibles que se describen a continuación:

- Subsistema Express basado en MTS2
- Subsistema Express basado en MTS4
- Subsistema Express basado en MTS1
- Subsistema Express con Servidor Independiente

8.2.5 Subsistema Express Basado en MTS2/4

Este es el subsistema fundamental que proporciona voz y otros servicios opcionales. Incluye:

- Servidor Express: un servidor único que aloja todo el procesamiento de llamadas, configuración, gestión de fallos, telefonía IP y servicio de datos.
- Primary Site: una estación base que aloja el Servidor Express dentro del armario del subsistema Express (armario MTS2 o MTS4). Para la configuración MTS1, el Servidor Express se aloja fuera de la MTS1.
- econdary Site: en caso de redundancia geográfica, una estación base que aloja el Servidor Express o una ubicación con un Servidor Express independiente.

8.2.6 Subsistema Express Basado en MTS1

Este es el subsistema fundamental que proporciona voz y otros servicios opcionales. Incluye:

- Servidor Express: un servidor único que aloja el procesamiento de llamadas, la configuración, la gestión de fallos, la telefonía IP y el servicio de datos.
- Primary RF Site: en oposición a la solución basada en MTS2/4, la estación base MTS1 NO aloja el Servidor Express. El servidor Express se instala por separado.
- Secondary RF Site: en caso de redundancia geográfica, de manera similar al Primary RF Site, una estación base que aloja el servidor Express.

8.2.7 Subsistema Express Con Servidor Independiente

El Servidor Express independiente se usa principalmente para permitir configuraciones de redundancia del servidor alojadas en o junto a un sistema Express existente basado en MTS en la misma ubicación o en centros de datos en otra ubicación. Contiene el Servidor Express y una fuente de alimentación externa. En caso de redundancia local/geográfica, se requieren dos Servidores Express independientes, esta es la configuración del sistema propuesto para este proyecto.

Una combinación de Servidor Express Independiente como emplazamiento Principal y un emplazamiento de RF (emplazamiento radio MTS) con Servidor Express no está certificado.

8.2.8 Consola De Despacho Basada En Web

El sistema TETRA Express admite hasta 10 Consolas de Despacho basadas en web opcionales que consisten en un PC/Tablet Windows o un dispositivo Android con un navegador Chrome. El PC debe incluir una tarjeta de sonido que proporcione las interfaces de audio (micrófono y altavoces o auriculares) para el operador.

8.2.9 Consola De Despacho De Terceros Dcx9000

La consola de despacho DCX9000 es una solución que se puede utilizar como alternativa a las consolas de despacho de navegador web TETRA Express estándar. Es una aplicación respaldada por Motorola Solutions.

Las consolas DCX9000 también se basan en un navegador web y una solución DCX9000 consta de un servidor DCX9000 y dispositivos (con accesorios) que ejecutan los clientes de navegador web. La solución admite hasta 10 clientes (consolas de despacho) y admite 4 áreas de funcionalidad:

- Comunicaciones de voz
- Mensajes cortos de datos y multimedia
- Localización Automática de Vehículos (AVL) y mapeo
- Grabación de voz

8.3 ESTACIONES BASE (BTS)

El sistema TETRA Express admite estaciones base adicionales las cuales se conectan mediante enlaces Ethernet simples o duales a la MTS primaria o al Servidor TETRA Express. Se puede tener cualquier combinación de los siguientes tipos de estaciones base:

- MTS1: una estación base que proporciona 4 canales en un solo armario para uso en interiores y exteriores. En la configuración dual MTS1, se pueden admitir 8 canales.
- MTS2: una estación base que proporciona hasta 8 canales en un solo armario. En su caso, la MTS2 adicional que aloja el Servidor Express redundante solo puede proporcionar 4 canales.
- MTS4: una estación base que proporciona hasta 16 canales en un armario principal con combinador híbrido o con combinador de cavidades y 16 canales adicionales con un armario de expansión con combinador de cavidades. En su caso, la MTS4 adicional que aloja el Servidor Express redundante solo puede proporcionar 12 canales.

8.3.1 Mantenimiento

El mantenimiento del sistema se le proporcionara de dos maneras:

- El técnico accede al equipamiento a través de un puerto de red con conectividad IP
- El técnico accede al equipamiento a través del puerto de servicio local del servidor Express.

El mantenimiento puede ser local o remoto.

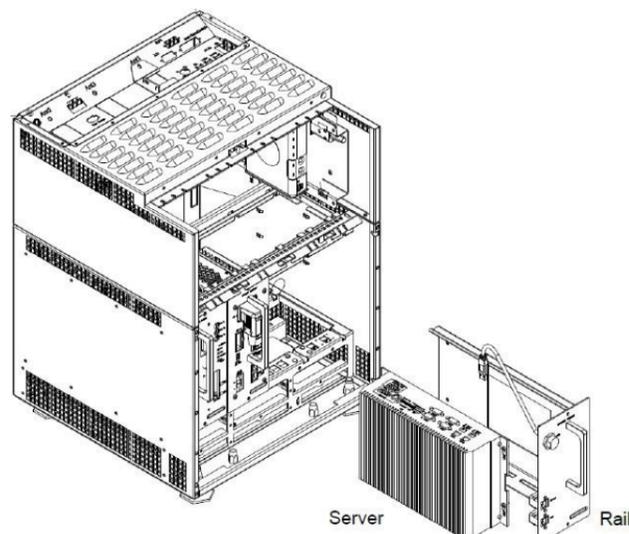


Figura 15 Sistema de placas en Estación Base

8.3.2 Mantenimiento Local

El mantenimiento local permite que un técnico realice las tareas de mantenimiento desde un Network Manager local o desde un PC local, conectado directamente al puerto de servicio local del Servidor TETRA Express del Primary Site.

El puerto de servicio local admite la asignación de direcciones IP del PC de servicio local a través de DHCP.

El técnico puede realizar tanto una gestión Network-based como Out-of-band. Esto incluye reconfiguración de dispositivos del sistema y habilitación/deshabilitación de opciones del sistema/dispositivos. También es posible almacenar y proporcionar información crítica sobre configuración, diagnósticos e informes de registro de eventos, etc.

8.3.3 Mantenimiento Remoto

El mantenimiento remoto permite que un técnico realice tareas de mantenimiento desde un PC de servicio remoto a través del puerto VPN. Esto significa que, con una credencial de inicio de sesión correcta, un cliente VPN y una conexión de red, el técnico puede conectar un PC de servicio al WebNM a través de una conexión VPN. Una vez que se establece la conexión VPN, el acceso al WebNM está disponible. El servicio remoto solo está disponible cuando la puerta de enlace VPN en el Servidor Express está en funcionamiento.

8.3.4 Servidor Tetra Express (CONMUTADOR)

El Servidor TETRA Express proporciona las siguientes funciones de servidor en un solo servidor físico.

- Zone Controller (ZC): componente principal de procesamiento de llamada en el sistema.
- Zone Database Server (ZDS): mantiene la configuración de la infraestructura del sistema.
- User Configuration Server (UCS): principalmente mantiene la configuración de todos los usuarios y grupos de conversación del sistema.
- Web Application Server (WAS): interfaz web y back-end de gestión de fallos del sistema.
- Air Traffic Router (ATR): recopila la información de procesamiento de llamadas y reenvía la información recopilada (flujo ATIA) al WAS.
- Short Data Router (SDR): proporciona la funcionalidad principal necesaria para soportar el servicio de datos cortos.
- MTIG-IP (Telephone Interconnect Gateway): proporciona la funcionalidad principal necesaria para soportar telefonía a través de una conexión Ethernet.
- CCE (Call Control Entity): proporciona la funcionalidad necesaria para soportar el siguiente servicio de WebConsole:
 - Autenticación de usuario de consola
 - Listado de usuarios de radio y grupos de conversación configurados
 - Control de llamadas
 - AGTW (Audio Gateway): proporciona el Vocoder para la consola de despacho web.
- License Management Server (LMS): el sistema de administración de licencias de Motorola Solutions se basa en la solución Flexera. Mediante el LMS se mantienen las licencias a nivel de sistema y se controlan.
- Archive Interface Server (AIS): actúa como servidor de grabación para proporcionar señalización y transmisión de voz al sistema grabación de terceros.
- Packet Data Server (PDS): proporciona servicio de transporte de datos para aplicaciones, que deben usar el protocolo IP. Sustituye al Packed Data Gateway (PDG) y Radio Network Gateway (RNG) conocidos de los sistemas TETRA anteriores.
- Analogue Channel Gateway (ACGW): proporciona hasta 4 canales analógicos con una interfaz de 4 hilos con señalización E&M.
- Land Mobile Proxy (LMP): proporciona la interfaz a los servicios de banda ancha (WAVE PTX)
- El servidor de host actúa como:
 - Servidor para el Network Time Protocol (NTP). Todos los demás dispositivos del RNI sincronizarán su tiempo con este servidor usando NTP.
 - Key Manager (KM). Proporcionando interfaces para iniciar, ejecutar y monitorizar la carga de claves K para radios específicas y Ki para estaciones específicas, así como distribuir las a los servidores internos. Las claves se almacenan en un Trusted Platform Module (TPM) embebido en el Servidor Express.
 - Conmutador de red IP para conectar todos los servidores virtualizados y ejecutar servicios internos al mismo tiempo que proporciona conectividad con los elementos de red externos.
 - Gateway GPRS Support Node (GGSN) que interconecta el servicio de datos por paquetes con redes externas.

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

- Router de salida para la Pasarela de Canales Analógicos (ACGW), que proporciona integración con hasta 16 canales analógicos con interfaz de 4 hilos con señalización E&M.
- VPN Gateway de acceso a servicios remotos. Como parte de la solución de acceso remoto para tareas de servicio y mantenimiento, es posible acceder a WebNM utilizando la puerta de enlace VPN y el cliente. Cualquier técnico de servicio con el cliente VPN correspondiente y la credencial de seguridad correcta puede acceder al sistema desde cualquier parte del mundo. Pero, por otro lado, el cliente puede desconectar el cable de la puerta de enlace VPN y permanecer desconectado hasta el momento en que se necesita soporte remoto. La puerta de enlace VPN es compatible con el cliente nativo VPN de Windows.
- Firewall

Se utiliza una tecnología llamada Server Virtualization, que permite que las funciones del servidor se ejecuten como servidores virtuales en el mismo hardware físico. La virtualización del servidor se implementa utilizando Kernel-based Virtual Machine (KVM) y los servidores virtuales individuales se ejecutan en el sistema operativo Red Hat Enterprise Linux o Microsoft Windows 10. Las funciones de servidor opcionales se habilitan mediante una clave de licencia del servidor.



Figura 16 Servidor Express TETRA

Desde la reléase R2.0 el Servidor Express utilizado es el ECX-2000-PoE MINI PC, con las siguientes especificaciones:

Parameter	Specification
Model	ECX-2000-PoE Wide Temp Fanless PC
CPU	CPU: Intel® Core™ i7-10700T Comet Lake-S Processor (16 M Cache, up to 4.40 GHz)
RAM	DDR4-2933 64GB Wide Temp SODIMM (32GB x 2, -40 to 85°C)
Hard disk	1 TB 2.5" Wide Temp SSD (TLC chipset, -40 to 85°C)
LAN Ports (x6)	10/100/1000 Base-T Ethernet, RJ45
Monitor output, keyboard and mouse	DVI connectors, 1 x Display port connector
USB	6 x USB 3.0 (4 x Front + 2 x Rear)
RS232 ports	4
DC input voltage	9 V to 50 V DC-in Connector: • 3-pin Terminal Block: V+, V-, Frame Ground • 4-pin Mini-DIN
Dimensions (WxDxH)	260 mm x 175 mm x 79 mm (2 Rack Units) (10.24" x 6.89" x 3.11")
Weight	3,8 kg (8.38 lb)
Operating Temperature	-40 to +75 °C, 5% to 95% Humidity, non-condensing, cooling inside a cabinet is highly recommended
Storage Temperature	-40 to +85° C (-40° F to 185° F)
Vibration	• IEC 60068-2-64 • SSD : 5Grms, 5 Hz to 500 Hz, 3 Axis
EMC	CE, FCC, EN50155, EN50121-3-2
AC external power adapter	100-240 V AC, 50 - 60 Hz nominal, 60 W
AC external power adapter DC output connector	TJ5.0 Series by Anytek (3 pol, pitch 5.00) P/N: TJ037152000G

8.3.5 Software Cliente VPN

El software cliente VPN se utiliza por los técnicos de servicio para obtener acceso remoto al sistema a través de VPN.

El software cliente VPN no forma parte del suministro del sistema. Sin embargo, el servidor VPN es compatible con el cliente VPN nativo de Microsoft Windows. Se puede descargar un procedimiento para configurar una PC con sistema operativo Windows 7 y Windows 10 para usar el cliente VPN de Microsoft Windows desde WebNM.

8.3.6 Servicio De Datos

Combina en una única máquina las funciones correspondientes a los siguientes servidores virtuales:

- Short Data Router (SDR), proporciona el servicio SDS (Short Data Service), de forma que todos los paquetes de Datos Cortos son enviados al SDR, y éste los enviará a la estación base apropiada (si el destino son radios) o a un host externo (si éste es el destino).
- Packet Data Router (PDR), encargado del enrutamiento de los datagramas IP a/desde el GGSN Router, y también de seguir el movimiento de los radios.
- Radio Network Gateway (RNG), encargado de la comunicación avanzada TETRA con los radios, ofreciendo parte de la funcionalidad requerida para el servicio PDS (Packet Data Service).

8.4 FUNCIONALIDADES

Este apartado describe las funcionalidades que están disponibles para los diversos usuarios del sistema. El sistema proporciona funcionalidad a tres grupos de usuarios principales:

- Usuarios de radio
- Usuarios de consola
- Administradores de red

Se enumeran a continuación las principales funcionalidades y servicios soportados por el sistema TETRA Express:

Servicios de voz:

- Llamada de Grupo. - El servicio de llamadas grupales permite que un usuario radio establecer una comunicación de uno a muchos con un grupo de usuarios conocido como grupo de conversación.
- Llamada de anuncio (multigrupo). - Una llamada de anuncio es una llamada grupal de punto a multipunto que brinda la capacidad de comunicarse con múltiples grupos de conversación simultáneamente.
- Llamada de Emergencia. - Una llamada de emergencia es una versión especializada y de alta prioridad de un grupo de conversación o llamada de anuncio.
- Llamada Individual (Semi-Duplex o Full-Duplex). - Esta es una comunicación uno a uno en la que solo las dos partes involucradas en la llamada pueden escuchar la comunicación.
- Llamada Individual Directa (Semi-Duplex o Full-Duplex). - La función de llamada individual directa está disponible a partir de R1.3 y amplía las funciones de llamada individual existentes al realizar una llamada individual desde una radio como una llamada directa sin la fase de timbre y sin necesidad de colgar, lo que permite que la persona que

llama pueda hablar de inmediato a la parte llamada. Es compatible con llamadas semidúplex y dúplex completo y se aplica a llamadas de radio a radio.

- Llamada de Interconexión Telefónica (MTIG-IP). - El servicio de llamadas de interconexión telefónica brinda comunicación full dúplex a través de señalización SIP a través de una conexión Ethernet entre un terminal radio y una red VoIP externa (IP_PABX).

8.4.1 Servicios de datos.

- Mensaje de estado para grupos o individuales. - El servicio de mensajería de estado permite que un terminal radio envíe un mensaje de texto predefinido al sistema de Consola de Despacho o a un terminal radio individual (Estado objetivo) utilizando un número de estado único.
- Alarma de Emergencia. - El servicio de alarma de emergencia permite que un terminal radio envíe una alarma de emergencia al sistema de despacho.
- Servicio de Transporte de Datos Cortos. - El servicio de transporte de datos cortos (SDTS) permite que las aplicaciones accedan a la transferencia de servicio de datos cortos (SDS) de punto a punto, de punto a multipunto o de transmisión TETRA tipo 4 por aire.
- Broadcast SDS. - Broadcast SDS permite enviar un mensaje de transmisión de datos cortos a un grupo definido de sitios para permitir que todas las radios afiliadas a esos sitios reciban el mensaje de transmisión. Esto permite enviar un mensaje, como una actualización de estado o un mensaje de advertencia, a todos los usuarios en un sitio o en un área definida. Se pueden admitir hasta 100 regiones, cada una de las cuales contiene combinaciones de sitios. La función Broadcast SDS está diseñada para usarse con hosts de datos cortos o clientes de consola de terceros, no es compatible con WebConsole.
- GNSS sobre SDTS. - Los terminales radio al igual que muchos otros proveedores de radios, cuentan con un receptor integrado de sistemas satelitales de navegación global (GNSS) que permite a los usuarios ubicar sus terminales y brinda servicios basados en la ubicación y capacidades de mapeo. Los datos de posicionamiento utilizan el Servicio de transporte de datos cortos como una capa de transporte.
- Servicio de Transporte de Datos por Paquetes (opcional). - El servicio de paquetes de datos (PDS) es un servicio portador que permite que dos partes en un sistema TETRA se comuniquen utilizando el protocolo IP. Esta opción está incluida en el alcance de la propuesta.

8.4.2 Servicios suplementarios:

- Cola Ocupada y Devolución de Llamada. - Busy Queuing and Call Back es un servicio de TETRA que siempre complementa los servicios de llamadas grupales, llamadas individuales e interconexión telefónica (es decir, servicios de voz).

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

- **Prioridad de cola.** - Queuing Priority es un servicio TETRA que siempre complementa los servicios de llamadas grupales e individuales. El sistema proporciona 10 niveles de prioridad donde el nivel 1 es el más alto y está reservado para llamadas grupales de emergencia.
 - **Prioridad de usuario reciente.** - La prioridad de usuario reciente es un servicio que siempre complementa el servicio de llamadas grupales. Si, durante una llamada grupal, un usuario tarda en responder y el canal de tráfico se desasigna, la llamada ingresa a una cola de usuario reciente. Si un usuario responde dentro de los 10 segundos, la llamada tendrá prioridad para un canal de tráfico sobre las nuevas llamadas (de la misma prioridad) que también esperan una asignación de canal de tráfico. La Prioridad de usuario reciente permite que una llamada de grupo de conversación tenga más continuidad conversacional cuando hay una cola ocupada.
 - **Asignación dinámica de emplazamiento.** - La asignación dinámica de emplazamiento (BTS) es un servicio que siempre complementa el servicio de llamadas grupales. La asignación dinámica de emplazamiento significa que los canales de tráfico solo se asignan en sitios donde actualmente hay uno o más miembros del grupo de conversación registrados. Para lograr esto, el sistema mantiene una base de datos que identifica, para cada grupo de conversación, qué sitios deben incluirse en una llamada en un momento dado.
 - **Identificación del llamante.** - Talking Party Identification es un servicio TETRA que complementa los servicios de llamadas grupales, llamadas individuales y datos. Cada vez que un terminal radio o Consola de Despacho está transmitiendo, la ID de esta parte que habla siempre se reenvía a las otras radios y Consolas de Despacho.
 - **Presentación de la identificación de la línea telefónica que llama.** - La presentación de identificación de la persona que llama (CLIP) es un servicio TETRA que siempre complementa el servicio de llamadas de interconexión telefónica. Proporciona a una radio (llamada) la identidad de un usuario de PABX, IP_PABX o PSTN que llama si la identidad de la parte que llama está presente en la llamada establecida desde la central externa. También proporciona a la central el número Direct Dial Inward (DDI) asociado con la radio llamante para llamadas originadas en ella.
 - **Entrada Tardía.** - Entrada Tardía es un servicio TETRA que siempre complementa el servicio de llamada de grupo y llamada de anuncio. Mientras una llamada está en curso en un canal de tráfico, se envía una señalización de entrada tardía en el canal de control principal. Esto permite que los terminales radio que no pudieron decodificar la llamada inicial configuren la señalización (por cualquier motivo) para unirse a una llamada en curso.
 - **Llamada prioritaria preventiva - Preferencia de recursos.** - Esta función permite que las llamadas grupales y las llamadas individuales para terminales radio, grupos de conversación y multigrupos habilitados para llamadas prioritarias preventivas (PPC) reciban recursos de tráfico mediante una preferencia inexorable en caso de que no haya un canal de tráfico libre en los sitios solicitantes o de destino cuando la llamada está estableciendo.
 - **Llamada prioritaria preventiva - Preferencia de usuario ocupado.** - Cualquier terminal radio individual puede ser habilitada en la infraestructura para el servicio suplementario de llamada de Prioridad Preferente (PPC). Si un usuario habilitado para PPC inicia una llamada individual a una radio que está involucrada en otra llamada de interconexión telefónica o individual de menor prioridad, o involucrada en la transferencia de paquetes de datos, entonces la nueva llamada PPC tendrá prioridad e interrumpirá la llamada existente.
- Actualmente, esta función solo es compatible con usuarios de radio, pero NO para usuarios de consola (WebConsole y DCS API).
- **Interrupción en prioridad (interrupción de audio).** - Una interrupción de audio permite a los usuarios de un grupo de conversación interrumpir el audio del miembro del grupo de conversación que transmite actualmente en función de un nivel de transmisión de llamada de grupo llamado "Interrupción en prioridad". Si el usuario de radio intenta interrumpir una transmisión de radio en curso con la misma prioridad, el sistema rechaza esta solicitud. El usuario solo podrá hacerlo si la prioridad del usuario es mayor que la prioridad del usuario que está transmitiendo actualmente en la llamada.
 - **Asignación de emplazamiento crítico.** - Critical Site Assignment es un servicio que complementa el servicio de llamadas grupales. Para cada grupo de conversación, el administrador de la red (NM) puede crear una lista de 'Emplazamiento críticos'. Estos son emplazamientos que deben incluirse en una llamada grupal para que se configure. Por lo tanto, incluso cuando Fast Start (Inicio Rápido) está en funcionamiento, la llamada no se establecerá hasta que los canales estén disponibles en todos los sitios críticos para el grupo de conversación.
 - **Asignación de Emplazamientos Requeridos.** - La asignación de emplazamientos requeridos es un servicio de TETRA que complementa el servicio de llamadas grupales. El administrador de la red puede especificar una lista de emplazamientos requeridos para cada grupo de conversación. Cuando se establece una llamada de grupo, la llamada se establecerá en cada emplazamiento requerido incluso si no hay miembros del grupo de conversación registrados en estos sitios. De esta forma, los sitios solicitados siempre están en llamadas grupales para un grupo de conversación. Esto se puede usar para garantizar que las radios de escaneo (que no están afiliados) puedan recibir llamadas de

grupos de conversación incluso si no hay miembros de grupos de conversación afiliados en un emplazamiento.

- Escaneo Activo de Grupos de Trabajo. - La implementación predeterminada de la exploración en TETRA es pasiva, por lo que las llamadas grupales no se establecen en un sitio base solo porque el grupo de conversación está en la lista de exploración pasiva actual de una estación móvil. En los sistemas TETRA Express, el Escaneo activo de grupos de conversación (ATGS) es una función configurable que puede requerir que se establezca una llamada de grupo en cada sitio donde una radio está buscando uno de los grupos de conversación en su lista de escaneo activo.
- All Start/Fast Start. - En el modo de Fast Start (Inicio Rápido), la llamada se configurará con los emplazamientos que estén disponibles, mientras que los emplazamientos adicionales se agregarán a la llamada cuando los recursos estén disponibles. Esto asegura que las llamadas se establezcan lo más rápido posible incluso cuando el sistema está ocupado.

En el modo All Start (Inicio con Todos), si el sistema está ocupado y no todos los recursos están disponibles para configurar una llamada de grupo, el sistema esperará a que todos los recursos necesarios estén disponibles antes de configurar una llamada. Esto garantiza que todos los emplazamientos que tengan miembros del grupo de conversación se incluyan cuando comience la llamada.

- Perfiles de Emplazamientos Válidos. - Los grupos de conversación y las radios se asignan a un perfil de emplazamiento válido, lo que define a qué emplazamiento se puede afiliar la radio o el grupo de conversación/multigrupo.
- Llamada en todo el emplazamiento. - Site Wide Call (SWC) también se conoce como Broadcast Call. Las radios no pueden responder a una llamada de transmisión, solo pueden recibir. Solo se puede iniciar desde una consola, pero es posible vincular un TG programado de radio al grupo de conversación de llamadas de todo el sitio configurado para permitir que las radios inicien un SWC.
- Llamada en todo el sistema. - El servicio System Wide Call es una mejora de Site Wide Call. Está configurando un solo TG para todos los sitios como SWTG; por lo tanto, no se necesita ninguna acción de configuración adicional del administrador de red para cada sitio.

Nota: La llamada de todo el sitio y la llamada de todo el sistema se excluyen mutuamente.

- Restricción de llamadas entrantes/Restricción de llamadas salientes (BIC/BOC) [opción]. - La restricción de llamadas entrantes (BIC) y la restricción de llamadas salientes (BOC) es un servicio complementario TETRA de la llamada grupal y privada. El propósito de la función BIC/BOC es proporcionar un mecanismo para controlar la capacidad de cada usuario para iniciar y recibir llamadas según la identidad de la otra parte de la llamada.

○

8.4.3 Funcionalidades de gestión de red:

System Health: permite visualizar el estado de todos los elementos del sistema de radio en tiempo real para todos los objetos gestionados representados en el sistema. Todos los servidores lógicos, estaciones base y servicios en ejecución son monitorizados y su estado permite identificar si ha ocurrido un fallo y se requieren acciones correctivas. También está disponible un monitor de actividad de canal en tiempo real para todas las estaciones base, incluida la carga de células, la cantidad de radios registradas y grupos de conversación afiliados.

User and Talkgroups: la ventana de configuración permite configurar todos los parámetros de los objetos disponibles en el sistema (Radio User y Talkgroup).

System Settings: permite la administración del sistema a través de las siguientes opciones:

- General
- Base Station
- Security
- Dispatch Console
- Telephone Interconnect
- Short Data
- Maintenance

Statistics and Reports: esta sección está diseñada para que el operador de red analice el uso de la interfaz aire de las estaciones base. Se recopilan las estadísticas para llamadas de grupo, llamadas privadas, llamadas telefónicas, movilidad y carga de canales. Los resultados se muestran como tabla o gráfico. Los datos archivados se pueden exportar como archivo CSV.

8.4.3.1 Funcionalidades de Radio Control Manager (RCM) [opcional]

El Radio Control Manager basado en navegador web TETRA Express (WebRCM) es una aplicación de administración de red que puede proporcionar funciones a los administradores del sistema o a los operadores de consola según las necesidades de la organización. Esta aplicación basada en navegador web puede ejecutarse en una PC de servicio local o en un cliente Windows 10/Android en paralelo con una consola de despacho

TETRA y un administrador de red basado en navegador web TETRA (WebNM). La aplicación RCM está controlada por licencia y da acceso a las siguientes funciones:

- Monitor de eventos de alarma de emergencia
- Control de radios
- Instantánea de radios
- Estado de zona
- Deshabilitar/Habilitar Temporalmente terminales radio
- Reagrupamiento Dinámico (DGNA)
- Informes RCM

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

Esta funcionalidad está incluida en el alcance de la oferta.

8.5 CAPACIDAD

8.5.1 Capacidad De Configuración De Red

En este apartado se proporciona un resumen de las capacidades del sistema TETRA Express, según las siguientes áreas:

- Componentes de conmutación
- Componentes de la estación base
- Componentes de despacho
- Componentes de telefonía
- Componentes de datos cortos

Network Configuration		Maximum Capacity	Notes
Number of Express Servers		2	Two in case of Express Server redundancy
Number of BTS sites		20 ⁵	<p><u>Option 1: Geo-redundant system</u> Up to 20 RF sites with dual (redundant) site links.</p> <p><u>Option 2: Non geo-redundant system</u> Up to 10 RF sites with dual site links or Up to 20 RF sites with single (non-redundant) site links.</p> <p>Includes up to 2 MTS hosting the Express Server ("integrated Express Server") on primary and secondary site WAVE PTX occupies one of the purchased site licenses.</p>
Number of Active MCCHs		20	Maximum of 1 per site
Number of Active 1xC-SCCHs		20	Maximum of 1 per site, mutually exclusive with 3xC-SCCHs
Number of Active 3xC-SCCHs		20	Maximum of 1 per site, mutually exclusive with 1xC-SCCHs
Number of traffic channels		146	2 to 4 per BR (minimum 2 in case of C-SCCH or 3 with MCCH only) 2 to 31 per site (minimum 2 in case of C-SCCH or 3 with MCCH only)
DIMETRA Express ("Integrated Server Site")	Number of BRs per MTS1	2	Fully equipped, in companion mode, requires two physical MTS1 base stations, 1 with single MTS1
	Number of BRs per MTS2	1	
	Number of BRs per MTS4	3	
Base Station Components	Number of BRs per MTS4	8	Fully equipped with cavity combiner and expansion cabinet, 4 BR with hybrid combiner, 3 BR with "integrated Express Server"
	Number of BRs per MTS2	2	Fully equipped, 1 BR with "integrated Express Server"
	Number of BRs per MTS1	2	Fully equipped, in companion mode, requires two physical MTS1 base stations
Network Time Server (NTS)	Number of supported NTS	1	Customer supplied

Tabla 2 Descripción del Servidor Tetra

Dependiendo de la configuración del sistema y las opciones habilitadas es posible que este pueda soportar más de 20 estaciones base

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gaviás (T-MG6211/PPR3)

Se certifican 75.000 mensajes SDS por hora en las siguientes condiciones:

Network Configuration		Maximum Capacity	Notes
Dispatch Components	Number of DCS server	1	Virtualised and consolidated into Express Server
	Number of active Web-browser based Dispatch Consoles	10	Support of DIMETRA Express Web-browser based Consoles and third party Dispatch Consoles are mutually exclusive
	Number of active third party Dispatch Consoles	10	Support of DIMETRA Express Web-browser based Consoles and third party Dispatch Consoles are mutually exclusive
	Number of patches	8	
	Number of resources in a patch	32	
	Number of Dispatch System IDs	25	Range 01-25
	Number of ECADI clients	1	
	Number of CRHN IDs	1	Per Dispatch System ID
Telephony	Number of PSTN/PABX supported	1	Customer supplied
	Number of sustained VoIP Telephone Interconnect calls	30	2 call license included in initial configuration for EMEA Channel partners
	Number of profiles for blocked incoming/outgoing calls (BIC/BOC)	25	
Voice Logging	Number of Voice Loggers	2	Customer supplied, two only for parallel voice logging (requires redundant Express Server configuration)
	Number of simultaneously recorded channels	120/240	Trunked streams include Group, Individual and Telephone calls. Full duplex radio-to-radio calls take two recording channels, licensed in steps of 10 simultaneous calls. For parallel recording the number of recorded call is doubled (requires redundant Express Server configuration)
	Affiliated trunking and conventional resources	256	
	Tagged ISSIs	3000	
Short Data	SDR Throughput (messages per hour)	75,000 ⁶	See Footnote

- El tráfico de datos cortos es predominantemente entrante, es decir, del suscriptor a los hosts, lo que implica que la opción estará disponible principalmente para el transporte o clientes similares.
- La capacidad cubre todos los mensajes de datos cortos que son enrutados por el SDR, incluidos los servicios que no están relacionados con la aplicación del usuario, como OTAK.

		Maximum Capacity	Notes
TRACES	Number TRACES Servers	1	
TRACES	Number of Clients	10	
Land Mobile Proxy	Number of Proxies	1	One per Express Server, only one active at the time
WAVE Radio Gateway	Number of Gateways	1	Customer supplied, one per Express system
VPN (Remote Service Interface)	Number of VPN	1	Virtualised and consolidated into each Express Server, two in case of Express Server redundancy

- Los hosts y las radios que utilizan servicios SD están distribuidos por todo el sistema y no están muy concentrados. La carga total de MCCH / C-SSCH en una Estación Base (BTS) individual debe evaluarse comunicándose con Motorola Solutions si es necesario.
- Un mensaje de datos cortos (SDS) TETRA puede transportar hasta 140 bytes de datos por mensaje, las SDS largos (mensajes SDS con más de 140 caracteres son divididos en múltiples SDS con hasta 140 caracteres) no son compatibles con las consolas de despacho basadas en web.

8.5.2 Capacidad De Usuarios

En este apartado se proporciona un resumen de las capacidades del sistema TETRA Express, según las siguientes áreas:

- Capacidad de gestión de red
- Capacidad de usuario de radio
- Capacidad de usuarios de consolas
- Capacidad de usuarios ECADI
- Capacidad de usuarios de datos por paquetes
- Capacidad de usuario de datos cortos

System User		Maximum Capacity	Notes	
Network User Capacity	Network Management	Number of admin users	1	
		Number of supervisor user	1	One user that allows 10 parallel logins
		Number of support user	1	
		Number of RCM user	1	One user that allows 10 parallel logins
		Number of WRG user	1	
		Number of NBI user	1	
	Radio User Capacity	Individual ID (SSI) Range	1 to 13,900,000	Can be split into a range for radios working in encrypted mode over air interface or in Non-encrypted (Clear) mode
		Number of talkgroups	1000	Per system
		Number of multigroups	400	Up to 128 talkgroups in one multigroup
		Provisioned / active radio users	10.000	It includes provisioned console and WAVE users, a 50 user license is included in the initial configuration for EMEA Channel partners, could be in a single TG, single site systems 2500 active users only
		Affiliated radios per RF site	2500	Can be in a single TG
	WAVE User Capacity	Provisioned WAVE SSI (Tier 1 only)	50	Allows a range of up to 50 WAVE SSI in the range of Non-encrypted SSI
		Active WAVE SSI (Tier 1 only)	10	
	Console User Capacity	Provisioned console users	4000	(max 4000 if zero (0) radio and WAVE users)
		Active console users	10	
	ECADI User Capacity	Number of ECADI user	1	
	Packet Data User Capacity	Number of PD fixed Hosts	unlimited	
	Short Data User Capacity	Number of SD fixed Hosts	100	
Object Call User Capacity	Number of Object Call users	10.000	(max 10.000 if zero (0) radio and WAVE users)	

- Operación con múltiples componentes: se pueden proporcionar múltiples componentes de estación base y despacho que pueden operar o bien en modo redundante (es decir, la operación se cambia al segundo componente en caso de fallo del primero) o bien en modo paralelo activo (es decir, en caso de fallo de un componente continúa el servicio, pero con capacidad reducida).

8.6.1 Prestaciones De Funcionamiento Ante Fallos Del Servidor De Sistema

El sistema TETRA Express soporta prestaciones de funcionamiento ante fallos para servicios críticos como voz y datos y minimiza la interrupción del servicio en varios escenarios de desastre.

Estas prestaciones son proporcionadas por dos Servidores Express con licencia y configuración independientes.

TETRA Express utiliza una serie de servidores de sistema, que proporcionan la consolidación de las diferentes aplicaciones de servidor en un servidor físico.

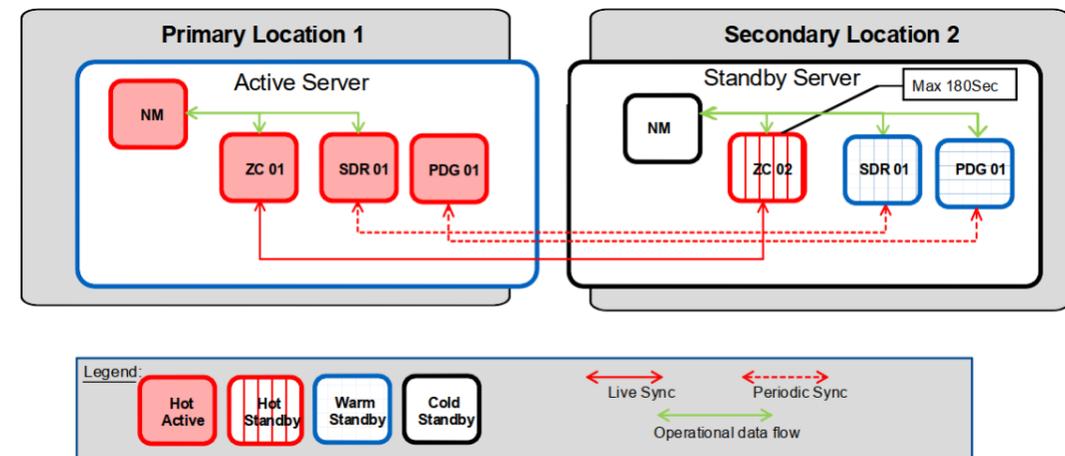


Figura 17 Esquema de consolidación de servidores Tetra

8.6 CAPACIDAD DE FUNCIONAMIENTO ANTE FALLOS

Las prestaciones de funcionamiento ante fallos de los sistemas TETRA Express se dividen en dos grupos:

- Modos fallback: modos de operación alternativos en caso de fallo del modo normal de operación.

Cada aplicación de servidor está alojada en un contenedor dedicado (servidor virtual) en los servidores del sistema. Los contenedores ejecutan el sistema operativo requerido por la aplicación de servidor específica.

Cuando se implementa el Servidor Express redundante, una instalación estará activa y la otra estará en espera. Como las aplicaciones de servidor se ejecutan en contenedores independientes, el fallo de una aplicación de servidor en un servidor físico no afecta a las aplicaciones de servidor de ningún otro contenedor del mismo servidor físico.

En el caso de un fallo de hardware en un servidor del sistema que requiera que todo el servidor se apague, todas las aplicaciones de servidor en ese servidor se apagarán.

El Servidor Express redundante tiene todos los servidores virtuales en funcionamiento, a excepción del controlador de zona (ZC), todos los demás servidores virtuales están aislados de la red. En el caso de activar el servidor redundante, se establecerán las conexiones de red dentro del Servidor Express y los servidores virtuales comenzarán a comunicarse entre sí, así como con las estaciones base, consolas y radios.

Se dispone de Redundancia Local o Redundancia Geográfica:

Con Redundancia Local se consolidan los dos Servidores Express en la misma ubicación, estando disponibles diferentes combinaciones de estaciones base o servidores independientes, como, por ejemplo:

- Servidores TETRA Express redundantes:
 - Dos Servidores TETRA Express independientes conectados a una estación base.
 - Sistemas TETRA Express redundantes:
 - Dos sistemas idénticos que contienen el Servidor TETRA Express en una estación base (ya sea MTS2 o MTS4).
 - Un sistema independiente (redundante), un sistema en una estación base (ya sea MTS2 o MTS4).

La Redundancia Geográfica aborda la situación en la que una ubicación completa cae (por ejemplo, debido a un desastre natural), los servicios se pueden proporcionar desde la otra ubicación mediante el despliegue del sistema en dos ubicaciones geográficamente separadas. TETRA Express usa una arquitectura split zone, en caso de un fallo de ubicación completa, todo el sistema (todos los servicios) pueden ejecutarse desde la otra ubicación.

8.7 SISTEMA DE GESTIÓN DE RED

El Subsistema de Gestión ofrece un punto de interfaz único al Operador de Gestión del Sistema TETRA IP Express, y, por tanto, se trata de un componente clave para la operación y mantenimiento de la red, proporcionando un control extensivo del sistema y de todas las facilidades de gestión de red. Toda la información de alarmas y localización de fallos es recolectada por el gestor, que dispone siempre de una visión completa del estado operativo del sistema.

Esta propuesta incluye un puesto de gestión y licencias para este puesto, el cual se recomiendan instalar en uno de los emplazamientos donde se instalen los racks del Nodo Central (Sistema de Conmutación y Control).

El puesto de gestión TETRA se basa en un PC con teclado, ratón y monitor LDC, que ejecuta el sistema operativo Windows 10.

Desde dicho puesto de gestión se accede, a través de una interfaz Web, a la plataforma de gestión de red TETRA.

Una de las características clave del sistema TETRA Express es proporcionar funcionalidades como aplicaciones basadas en la Web a las que se puede acceder desde un punto central y ejecutar en paralelo.

Se puede acceder a las aplicaciones basadas en la Web introduciendo la IP pública del sistema provista por el cliente (por defecto 192.168.100.1) como una URL en el navegador web de Google Chrome desde el terminal de gestión o cualquier PC con Windows o tableta Android / Windows mediante conexiones LAN inalámbricas o por cable.

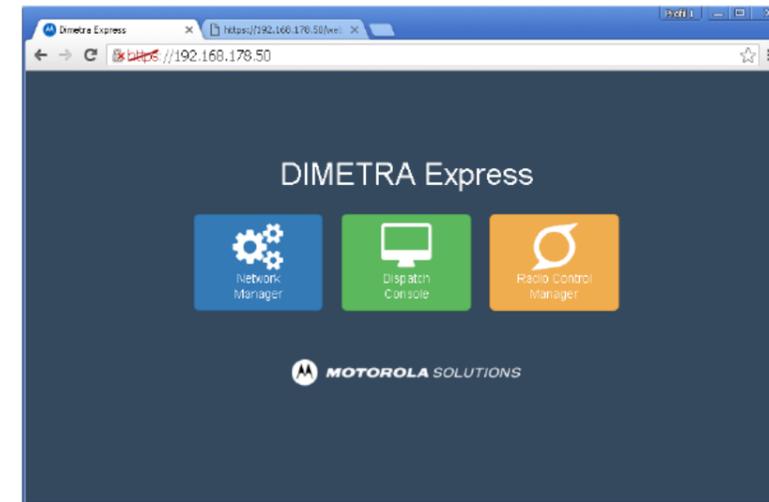


Figura 18 Software de manejo de sistema Tetra

Las siguientes funcionalidades se proporcionan actualmente basadas en la Web:

- Gestión de red (WebNM)
- Consola de despacho (WebConsole)
- Administrador de configuración de radio (WebRCM)

En este caso la aplicación de Consola de Despacho Web no funcionará dado que la Consola de Despacho ofertada es la DCX9000 de terceros.

La imagen muestra la página de la interfaz web del servidor TETRA Express.

El gestor de red basado en la web de TETRA Express (WebNM) proporciona servicios de administración de red de alto nivel.

El acceso a WebNM está controlado por contraseña y se configuran dos niveles de acceso:

- El acceso de usuario administrador, que permite el acceso completo de lectura y escritura a todos los elementos en la GUI web.

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

- El acceso de usuario supervisor, que permite el acceso de solo lectura al estado del sistema de la aplicación WebNM.
- Las siguientes funciones están disponibles dentro de WebNM y se describen en las siguientes secciones:
- Estado del Sistema
- Usuarios y grupos de conversación.
- Configuración del sistema
- Estadísticas e informes.

Se puede activar un modo avanzado para mostrar información en cada sección para proporcionar un conjunto más detallado de información.

Además, hay una ayuda en línea directamente disponible en cada subsección.

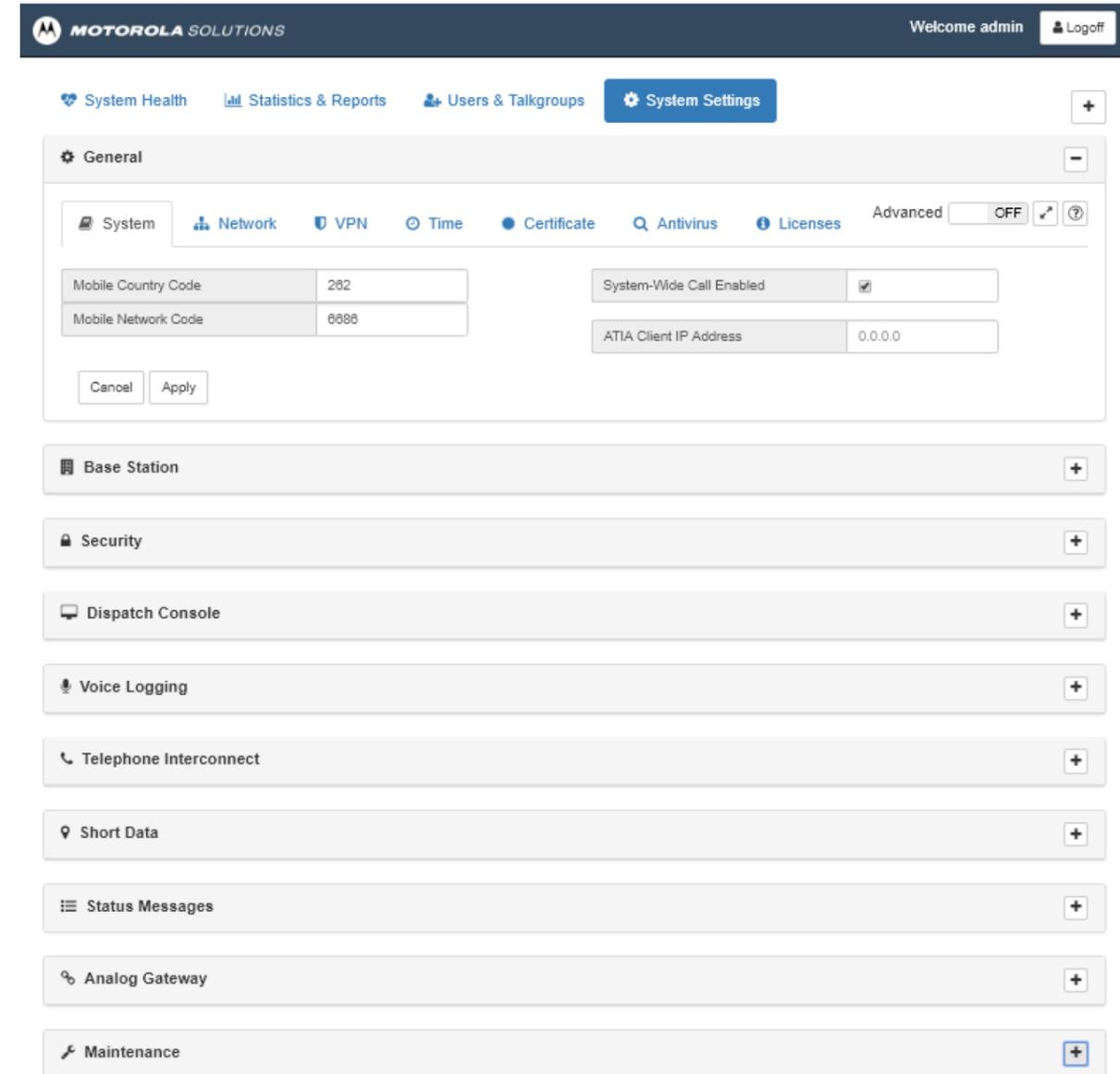


Figura 19 Página de inicio del administrador de red basado en Web

8.8 CONSOLA DE DESPACHO RADIO DCX9000

La presente oferta incluye el suministro e instalación de un puesto de despacho DCX9000, este permite la gestión de las comunicaciones de los diferentes colectivos de usuarios de la red.

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

Este puesto o consola de despacho funcionan como centro de coordinación para las comunicaciones de las distintas flotas de usuarios que trabajan sobre el sistema, ejecutando entre otras las funciones de establecimiento y recepción de llamadas sobre el colectivo de usuarios.

Un subsistema de consola de despacho consta de los siguientes equipos: Servidor de consolas DCX9000

- Puesto de Operador: PC con tarjeta de sonido, ratón, teclado y un monitor ejecutando la aplicación Web Dispatch en un sistema operativo Windows (7, 8 o 10) usando el navegador Google Chrome versión 55 o superior.
- Accesorios, como altavoces, micrófono de escritorio o auriculares. El Puesto de Operador se suministrará con un conjunto de accesorios de este tipo.

Las consolas DCX9000 también se basan en un navegador web y un subsistema de consolas DCX9000 consta de un servidor DCX9000 y dispositivos (con accesorios) que ejecutan los clientes del navegador web. La solución admite hasta 10 clientes (consolas de despacho) y cuatro tipos de funcionalidades:

- Comunicaciones de voz, incluida la telefonía (la opción de telefonía no se ha incluido).
- Mensajes cortos de datos y multimedia (Telegram).
- Localización Automática de Vehículos (AVL) y mapeo.
- Grabación de voz.

El servidor DCX9000 interactúa con los siguientes componentes dentro del sistema TETRA:

- Servidor de comunicaciones de despacho (DCS). El servidor DCX9000 se comunica con el DCS a través de la API DCS (CRAM para la comunicación con la entidad de control de llamadas (CCE) y RTP para la transferencia de audio hacia/desde la puerta de enlace de audio)
- Servidor de interfaz de archivo (AIS). El DCX9000 también usa CRAM y RTP para comunicarse con el AIS para el registro de voz.
- Enrutador de datos cortos (SDR). El servidor DCX9000 se comunica con el SDR a través de la API del servicio de transporte de datos cortos (SDTS).

El servidor DCX9000 se comunica con los clientes de navegador web mediante comunicaciones web en tiempo real (WebRTC) y protocolo seguro de transferencia de hipertexto (HTTPS).

El servidor DCX9000 se ejecuta en Windows Server 2019 o Windows 10 IoT Enterprise LTSC.

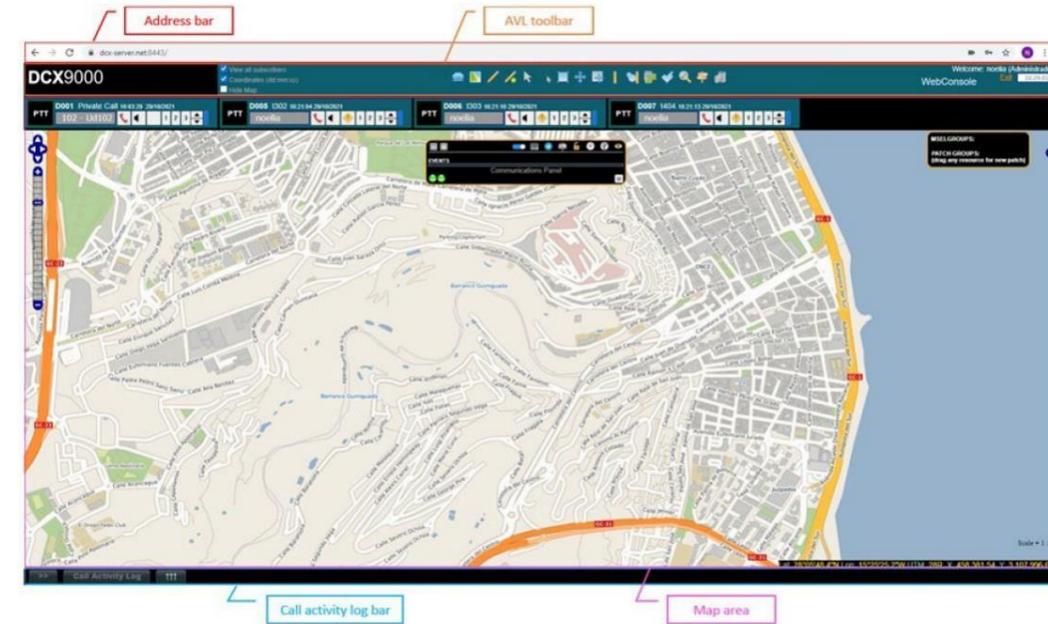


Figura 20 Consola de despacho

La Consola de Despacho (Puesto de Operador) soporta, entre otras, las siguientes funcionalidades:

- Llamada de Grupo
- Patch entre Grupos
- Llamadas Privadas
- Llamadas de Emergencia
- Alarmas de Emergencia
- Funcionamiento en Emergencia
- Visualización de mensajes de Estado
- Recepción y envío de mensajes de texto

La consola de despacho también se puede usar simultáneamente para el administrador de red TETRA Express basado en web y el administrador de control de radio basado en web (RCM).

8.9 SUBSISTEMA DE GRABACIÓN

La solución para la grabación de las comunicaciones TETRA está basada en la interfaz AIS del sistema TETRA y la Consola de Despacho DCX9000. El subsistema de grabación proporciona un medio para recibir los datos de las llamadas y el audio del sistema de comunicaciones TETRA AIS para los grupos de conversación deseados y suscriptores individuales. Los datos recibidos y el audio se almacenan en una base de datos interna durante un período de tiempo comprendido.

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

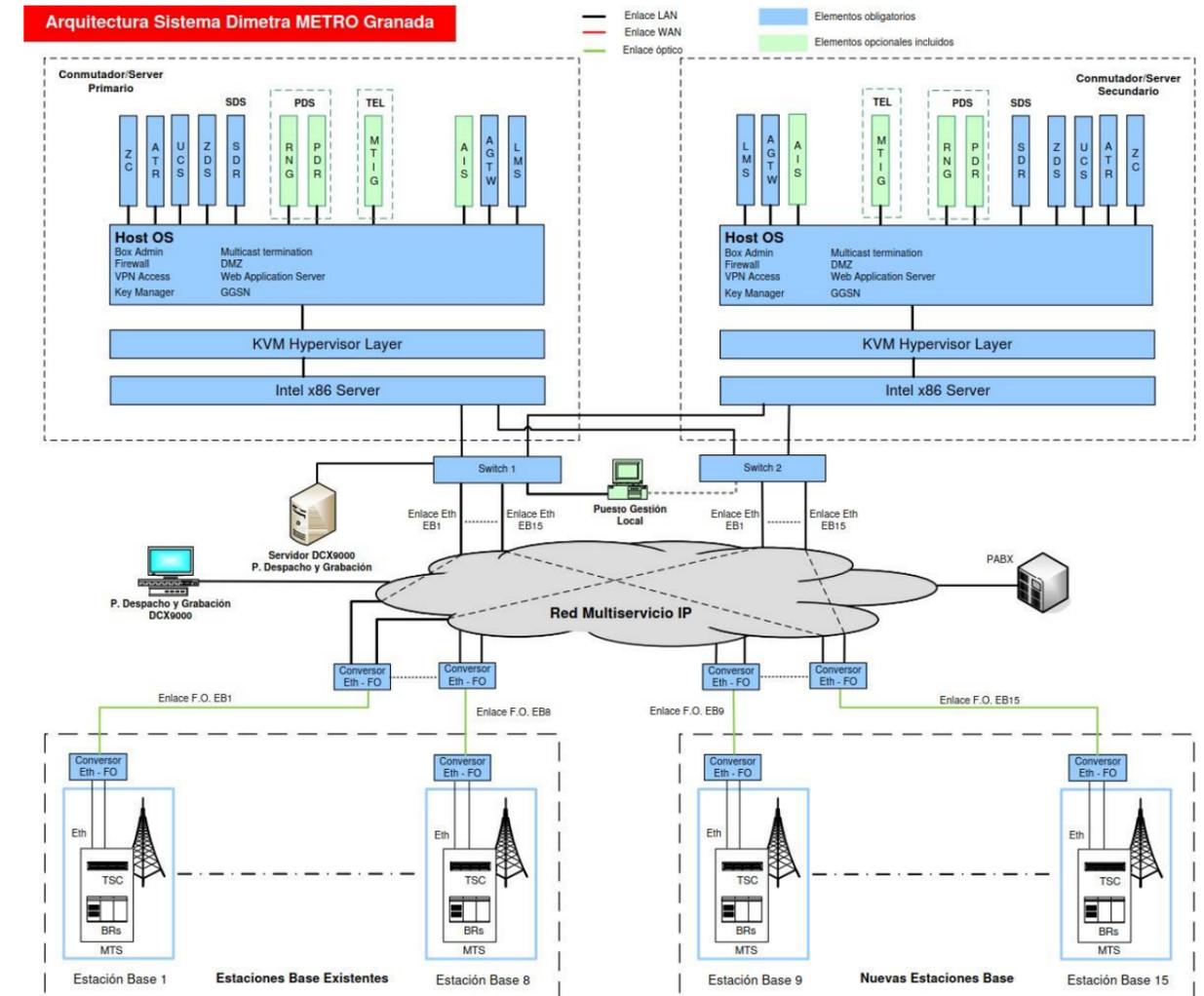
Los registros caducados desaparecen de la base de datos. La base de datos está centralizada y puede ser accesible desde el grabador.

El subsistema de grabación ofertado incluye licencias para la grabación de 20 canales simultáneos.

La aplicación de la estación de reproducción del subsistema de grabación proporciona una manera de mostrar las llamadas registradas. La pantalla de archivo de llamadas le proporciona al operador una forma de configurar los criterios de búsqueda / filtrado y de reproducir el audio correspondiente para cierto registro de llamadas. La pantalla actualiza el contenido automáticamente y no requiere intervención manual. La disponibilidad de la pantalla puede estar limitada a cierto operador / despachador.

8.10 ARQUITECTURA PARTICULARIZADA METRO DE GRANADA

La solución propuesta para Metro de Granada se basa en la arquitectura mostrada en la



siguiente.

Figura 21 Arquitectura sistema DIP Express particularizada para Metro de Granada

En los nuevos Talleres y cochera Sur, donde se instalarán los conmutadores entre los dos servidores del Sistema de Conmutación y enlaces Ethernet o de Fibra Óptica con cada uno de los elementos del sistema (MTS, Puesto de Gestión, Puesto de Operador, etc.).

La configuración de "Redundancia" del sistema TETRA IP Express ofertado está diseñada para proteger al sistema frente a un fallo de algún elemento o equipo de uno de los Conmutadores. El

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

modo de funcionamiento del Nodo de Conmutación será en configuración activo/stand-by, de forma que, en operación normal, el Conmutador/Servidor principal estará activo mientras que el Conmutador/Servidor secundario o redundante estará en stand-by.

Las estaciones base deberán estar unidas mediante enlace Ethernet o Fibra Óptica a ambos Conmutadores/Servidores (las MTS dispondrán de doble enlace Ethernet) utilizándose por tanto la red de transporte existente, para ello será necesario sustituir los equipos conversores de medio actuales por otros nuevos que adapten los enlaces de Fibra Óptica a Ethernet.

8.10.1 Ubicación de equipos.

Respecto al Proyecto Constructivo, Para dar cobertura Tetra en los 2 nuevos tramos de Metro de Granada se ha hecho una estimación teniendo en cuenta la distancia, el trazado de los tramos y la experiencia aportada en el proyecto anterior. Con estos datos de partida se propone ampliar el Sistema de Radiocomunicaciones con siete estaciones base MTS2 de dos portadoras cada una, con el mismo equipamiento que las que actualmente están en servicio. Además de sus sistemas radiantes asociados a cada una de ellas.

Para los dos tramos (R01 y R02) que van desde Armilla hasta Las Gavias se propone la instalación de cuatro estaciones base MTS2 con sistema radiante formado por antenas omnidireccionales.

A lo largo del trazado de los tramos R01 y R02 desde Armilla a Las Gavias se podrían utilizar algunos de los emplazamientos propuestos:

- Subestación San Ramón
- Subestación eléctrica La Gloria
- Subestación eléctrica Los Chopos
- Talleres y Cochera
- Parada Gabia

Hay que Destacar que sería conveniente localizar otro emplazamiento donde se pudiese instalar una estación base entre la subestación de San Ramón y La Gloria para tener una distribución de estaciones base a lo largo del trazado más equidistante.

Como se ha mencionado anteriormente esta propuesta del número de estaciones base para dar cobertura a estos tres nuevos tramos del Metro de Granada está basada en la distancia y el trazado de los tramos y la experiencia aportada en el proyecto anterior, pero hay que aclarar que es una estimación. Para poder definir con detalle el número exacto de estaciones, sistemas radiantes a utilizar, su ubicación y la calidad de cobertura proporcionada en estos tramos, sería necesario realizar un estudio de cobertura pormenorizado utilizando una herramienta de planificación radioeléctrica que utilice cartografía digital de baja resolución para permitir cálculos tanto urbanos como rurales con la mayor precisión. Para ello sería necesario utilizar un modelo digital de terreno de al menos una resolución de 25 m/pixel y un modelo digital de elevación vectorial que contengan las cotas de los edificios en entorno urbano.

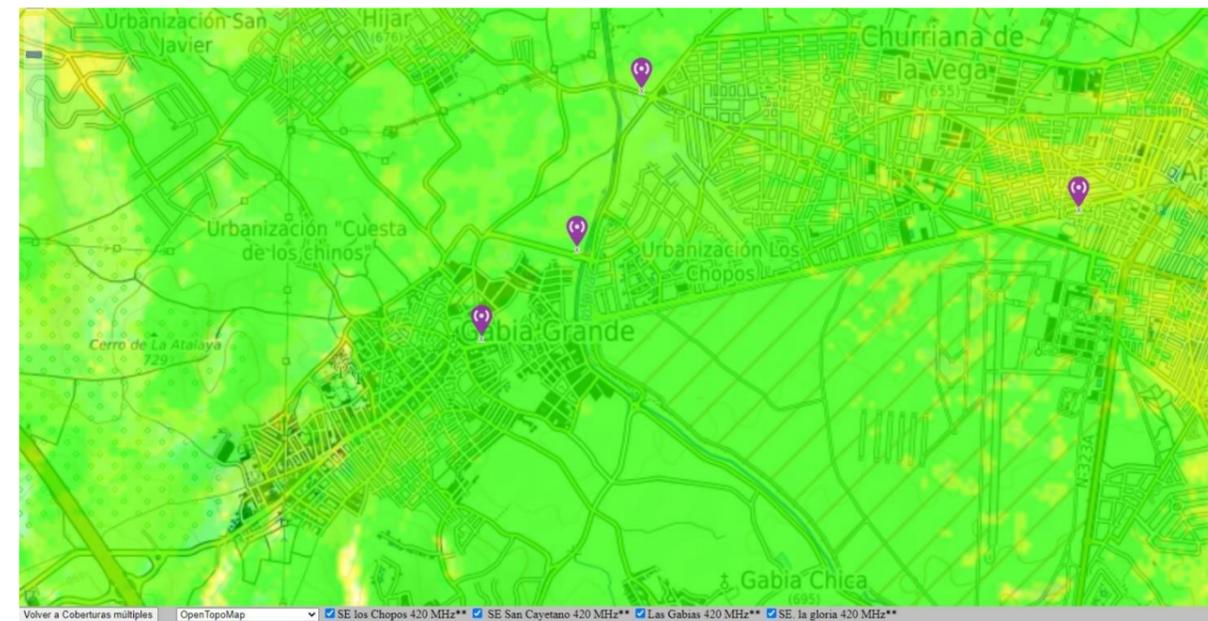


Figura 22 Cálculo básico de propagación de onda, SW Radio V.2.1

8.11 AGENTES

El sistema de radio se pondrá a disposición de distintos agentes a través de puestos de trabajo fijos o móviles.

Los actores en puestos de trabajo fijos son los siguientes:

- los operadores del PCC que gestionan y coordinan las funciones vinculadas a la seguridad y a la regulación de las líneas de metro ligero,
- los operadores de mantenimiento que gestionan las operaciones de mantenimiento dentro de las zonas de talleres, como pueden ser pruebas de la función "llamada de desamparo" y el estado de funcionamiento del sistema de radio,
- los responsables de unidades de seguridad que pueden retomar la casi totalidad de las funciones fonía del PCC en función de las horas del día o acontecimientos particulares, (estos puestos se llaman PC derivados o desplazados en el presente documento),
- El administrador del sistema.

Los actores en puesto móvil son principalmente los siguientes:

- conductores de los trenes;
- agentes de explotación de los puntos de intercambio,
- agentes de seguridad y control itinerantes,
- otros agentes de las cocheras, encargados de la gestión de los vehículos,
- agentes de los servicios técnicos encargados del mantenimiento de los sistemas.
- Los actores se localizan en el sistema:
- por un número físico (número de un bus, de un portátil...),

- por un número de misión de explotación (servicio Coche...).

8.11.1 Puestos de trabajo y de comunicaciones

8.11.1.1 Puestos fijos PCC y PCS

El trabajo de los agentes en puestos fijos (puestos PCC y PCS) sobre las funciones del sistema de radio se efectúa con ayuda de herramientas automatizadas, que les permiten establecer las comunicaciones, consultar los datos o comenzar tratamientos.

La configuración de los puestos de trabajo variará a iniciativa de los candidatos, en función de los resultados buscados

8.11.1.2 Puestos de mantenimiento

Los puestos mantenimiento permitirán la configuración y parametrización del sistema Radio. Serán 2 distintos:

- Puesto de administración radio. Instalado en la sala técnica, este puesto de administración se usará para configurar y poner en servicio la red radio.
- Puesto de despacho, instalado en PCC donde se permitirá la creación de nuevos grupos, la modificación de los existentes y en general los ajustes de configuración que puedan necesitar realizar los equipos de operación.

Ambos puestos consistirán en PC, con ratón, teclado, monitor y sistema operativo y todas las licencias necesarias.

8.11.1.3 Puesto de metro ligero

Los conductores de trenes disponen de herramientas de control y comunicación instaladas a su alcance, en su puesto de conducción: dispositivo de visualización, botones o palancas, equipamientos fónicos, etc...

8.11.1.4 Puesto de equipos a pie

Los equipos a pie serán provistos de equipos portátiles que garanticen las funciones indispensables, quedando entendido que el peso y la incomodidad de los materiales deben minimizarse.

8.11.2 Modo de tratamiento

Los tratamientos automatizados necesarios para las funciones del sistema quedan enteramente a iniciativa del Adjudicatario. Deben, no obstante, satisfacer una serie de exigencias de calidad, así como las restricciones vinculadas a la integración de los nuevos sistemas en el contexto técnico del sistema de metro ligero.

8.11.3 Estimación de Flujos

8.11.3.1 En fonía

La función fonía permite el intercambio verbal entre el regulador, el conductor, la central y los portátiles.

El sistema ofrecerá la siguiente capacidad de fonía:

- 3 comunicaciones de grupo simultáneas en la red
- un máximo de 9 comunicaciones individuales duplex PCC/móvil (según la posición de los móviles)
- un máximo de una comunicación de grupo y 6 comunicaciones selectivas duplex PCC/móvil (según la posición de los móviles)
- un máximo de 2 comunicaciones de grupo y 3 comunicaciones duplex PCC/móvil (según la posición de los móviles)

Cualquiera que sea el método de transmisión elegido para la transferencia de los datos SAE, en tiempo diferido, a la cochera (en particular en el modo de transmisión de paquetes IP), los recursos radioeléctricos seguirán siendo suficientes para mantener el modo fonía en simultáneo en la zona.

8.11.4 Flujo de datos

8.11.4.1 Generalidades

La función transmisión de datos permite el intercambio digital de datos entre el sitio central y los equipos SAE/SIV embarcados o en suelo. La comunicación tiene lugar en los dos sentidos, sentido ascendente y sentido descendente.

Se consideran dos tipos de intercambios,

- los intercambios de datos aleatorios que se hacen a lo largo del día, sobre el conjunto de la red de metro ligero entre los vehículos y el ordenador central SAE/SIV,
- Los intercambios de flujo de datos en la cochera, a la salida y al regreso de los vehículos equipados de SAE/SIV embarcado.

8.11.4.2 Estimación de los flujos aleatorios en línea

Los mensajes ascendentes designan los mensajes emitidos por los vehículos con destino a la central:

- informaciones de localización,
- alarmas de estado,
- confirmación de instrucciones recibidas del PCC,
- El tamaño de estos mensajes es del orden de una decena de bytes y la frecuencia de seguimiento de un mismo metro ligero es de hasta 6 veces por minuto.

Los mensajes descendentes designan los mensajes emitidos por la central con destino a los vehículos. Son mensajes para conductor o viajero: bien sean códigos de mensaje predefinidos,

cuya redacción exacta es almacenada por el sistema embarcado, o bien sean mensajes redactados que no excedan 80 caracteres. La frecuencia de emisión de estos mensajes es aleatoria,

El sistema de radio deberá absorber las necesidades generadas por el SAE y SIV.

8.11.4.3 Estimación de los flujos en las cocheras

Al comienzo y al final de servicio, para cada vehículo que salga o entre de las cocheras, se procederá a la tele carga de los datos de referencia SAE y a la tele descarga de los datos estadísticos SAE y Billetaje

Además, cuando se produzcan modificaciones de programas aplicativos SAE, las nuevas versiones se tele cargarán simultáneamente al conjunto del parque de vehículos equipados de ordenador SAE.

El volumen estimado de estos ficheros se da a continuación:

- Tele cargamento:
 - Los ficheros embarcados de referencia (descripción de la línea, el servicio, las tablas horarias...) se estiman en un centenar de Kilobytes por vehículo y se tele cargan cada día a la cochera, antes del primer trayecto comercial,
 - Los ficheros aplicativos estimados entre 1 y 1,5 Megabytes por vehículo se tele carga a todos los vehículos de metro ligero, cada vez que se produzca una modificación de los programas aplicativos,
- Tele descarga:
 - A cada final de servicio comercial, los datos estadísticos son tele descargados hacia una base de datos estadística SAE. El volumen de los datos intercambiados es estimado en 200 Kilobytes por vehículo y día. El licitador calculará las dimensiones de los recursos de radio en consecuencia,

El dimensionado y el despliegue de las redes de tipo RLAN en la cochera deberán tener en cuenta el conjunto de los datos de tráfico SAE y SIV.

Esta transmisión se efectúa en el modo de transmisión de paquetes IP.

8.11.5 Función de radiocomunicación en fonía

8.11.5.1 Principio

Por comunicación en fonía, se entienden todas las comunicaciones vocales, cercanas o a distancia, transportadas por los equipos del sistema de radio; así como todas las indicaciones o datos transportados, directamente relativos a estas comunicaciones, como la mensajería o los datos de localización.

8.11.5.2 Contexto

Un principio funcional general es el siguiente:

- explotación:
- cada actor se registra en un número de misión antes de su salida. Este número de misión puede ser individual o de grupo,
- toda terminal de fonía puede permanentemente ser llamado o por su número de material, o por su número de misión,
- utilización: la utilización de los terminales móviles debe ser simple,
- mantenimiento: la identificación del número del terminal se hará automáticamente en el momento de su puesta marcha en el vehículo.

8.11.6 Tipos de comunicación

8.11.6.1 Generalidades

Las comunicaciones de fonía pueden ser efectuadas:

- entre puesto fijo y puesto fijo,
- entre puesto fijo y puesto móvil,
- entre puestos móviles,
- entre puesto fijo o móvil y la red telefónica interna (PABX) o externa (RTB) para los móviles que posean los derechos.

Se distinguen dos tipos de comunicaciones:

- individual (de 1 llamador hacia 1 llamado),
- de grupo (de 1 llamador hacia n llamados).

Se distinguen tres niveles de llamada:

- la llamada de desamparo: llamada de prioridad absoluta, toma forzosamente los recursos de radio y se manda inevitablemente al PC Central y a los PC desplazados según las horas,
- la llamada urgente: llamada de prioridad, se posiciona en primer lugar en la pila de llamadas a tratar,
- la llamada normal: para las conexiones con el PC Central, las llamadas se amontonan y se tratan en función del orden de llegada.

8.11.6.2 Tipos de llamada

La llamada fija hacia móvil, individual o de grupo, es una comunicación a la demanda y por iniciativa del puesto fijo.

La llamada móvil hacia fijo individual es una comunicación a la demanda del móvil, pero por iniciativa del puesto fijo. La llamada móvil hacia fijo de grupo no existe.

La llamada móvil hacia móvil o hacia grupo de móviles es una comunicación que se efectúa solamente por iniciativa de los puestos de fonía portátiles o de los puestos embarcados en los trenes.

En el PCC, las comunicaciones directas entre puestos de operadores son posibles por aplicación del método conferencia.

La llamada fija hacia fijo es siempre de tipo individual.

8.11.6.3 Grupos de actores

Dos tipos de grupos de actores:

grupo fijo:

- todo grupo predefinido y parametrizado de terminales (por ejemplo, todos los vehículos de carretera de la cochera),

grupo dinámico:

- predefinido: compuesto de un conjunto de terminales de fonía que representan misiones definidas, pero cuyos equipamientos de fonía físicos son intercambiables,
- improvisado: conjunto heterogéneo de terminales de fonía, constituido a raíz de un acontecimiento o una demanda particular, y esto por un período de tiempo más corto (por ejemplo, un conjunto de vehículos de carretera que supervisan el desarrollo de una manifestación),

En una llamada general o de grupo/subgrupo, los suscriptores en escucha pueden conversar con el operador, pero no pueden conversar entre ellos. No obstante, el operador puede pasar a modo "conferencia", lo que permite a los suscriptores y al operador estar en difusión general (todos emiten, todos escuchan).

8.11.7 Lista funcional de llamadas realizables

8.11.7.1 Llamada de puesto fijo a metro ligero

La llamada de fonía puede hacerse bien por el marcado del número de servicio o del número del material (composición o selección en una lista)

El operador que llama es informado de la salida, la transmisión y la llegada de la llamada.

La llegada de la llamada se traduce en el metro ligero en una señal sonora ligera, audible solamente por el conductor. En el pupitre embarcado se informa al conductor de la llegada de la llamada.

8.11.7.2 Llamada de puesto fijo hacia vehículo o portátil

Esta función es idéntica a la llamada de puesto fijo hacia conductor de metro ligero descrita anteriormente.

8.11.7.3 Llamadas metro ligero hacia puesto fijo

Este tipo de llamadas se analizan desde dos puntos de vista:

- Punto de vista operativo.
- Punto de vista de funcionalidad.
- Punto de vista operativo:

Llamada normal:

- La llamada normal es una solicitud de llamada en el marco de la explotación corriente. Se efectúa activando una tecla específica "llamada normal" del pupitre embarcado.
- La solicitud de llamada normal se transmite hacia el sistema que la dirige hacia el puesto operador del PCC (radio y SAE) parametrizado para recibirlo.
- Sobre su puesto, el operador visualiza la llegada de la llamada, la localización sobre cartografía, la definición del metro ligero que llama y su número de servicio, así como la hora de llegada de la llamada.
- Sobre el pupitre embarcado aparece un mensaje de confirmación de recepción de la llamada, o un mensaje de fracaso (en este caso, el conductor debe reiterar su petición).
- El operador del PCC selecciona y valida la solicitud de llamada del metro ligero sobre su puesto de trabajo.
- Un mensaje de establecimiento de la comunicación aparece sobre el pupitre del metro ligero. El diálogo puede comenzar.
- La comunicación no puede liberarse salvo por iniciativa del operador del PCC. La solicitud de llamada se borra entonces de la lista de las llamadas entrantes de los puestos fijos afectados.

Llamada urgente:

- Esta solicitud de llamada tiene lugar cuando el conductor de un metro ligero constata un incidente o accidente que requiere un tratamiento urgente, pero sin consecuencia sobre la integridad física del conductor o los viajeros,
- Esta llamada es funcionalmente idéntica a una llamada normal a excepción de:
- la prioridad de llamada;
- las señales sonoras y visuales, que son diferentes en los puestos operadores.

Llamada de desamparo:

- Esta solicitud de llamada tiene lugar cuando la integridad física de los viajeros o del conductor se cuestione. Su petición se concibe para evitar toda alarma intempestiva y se

realizará por apoyo temporizado sobre el botón "Llamada desamparo". El explotador definirá el ajuste de la temporización durante los estudios,

- Esta señal de alarma (llamada de desamparo) transmite una información particular que indica al operador: el identificador de la llamada y la información relativa a este vehículo, que se indicará automáticamente sobre cartografía y en una ventana específica abierta en la pantalla del puesto operador,
- El operador advierte la alarma (desactivación o reconocimiento), lo que causa la puesta en escucha, de un PC desplazado o del PCC, con el bus o la cabina metro ligero interesada. Una información visual discreta, informa al conductor que el PC o PCC está a la escucha,
- Si el conductor desea pasar a comunicación con el operador (diálogo), descuelga su auricular, lo que corta la emisión permanente y el micro de ambiente,
- Una comunicación radiofónica establecida (llamada normal, selectiva, llamada general, de grupo, etc.) en curso no se para por una llamada de desamparo, no obstante, se transmite la indicación de desamparo al PCC o hacia los puestos desplazados,
- El final de comunicación, tras la llamada de desamparo, se hace o por iniciativa del operador PCC o PC desplazado o por el conductor, descolgando su auricular.
- A raíz de una llamada de desamparo, el conductor puede en cualquier momento establecer una conexión de radio normal accionando el selector de su auricular,
- La solicitud de llamada de desamparo se transmitirá al conjunto de los puestos de operadores configurados para recibir la llamada. Esta configuración será posible desde el distribuidor o desde uno de los puestos operadores del PCC declarado "maestro", el primer operador que constata la llamada y desencadena sobre su puesto la función "escucha discreta" en el vehículo en cuestión.

Proceso de establecimiento de fonía desde el punto de vista de la funcionalidad.

Modo normal:

En el modo normal todos los sistemas se encuentran funcionando correctamente y conectados.

- El maquinista realiza una solicitud de fonía pulsando la opción correspondiente en la pantalla del SAE. Esta acción se traduce en una notificación visual y sonora al operador del PCC, quien decide cuándo debe efectuarse la llamada. Las solicitudes se van encolando en la ventana de fonía del operador, en el mismo orden en que se reciben. El Operador puede atender cualquiera de las solicitudes, con independencia del orden en que llegaron, y puede realizar llamadas a embarcados que no se encuentran en la lista de solicitudes. La solicitud puede enviarse desde el SAE embarcado con carácter normal o urgente (desde sendos botones en la pantalla del SAE). Una solicitud urgente aparece destacada en la pantalla del operador del PCC.

La recepción de la solicitud en el PCC se visualizará en la pantalla del SAE embarcado, para que el maquinista tenga constancia de que la solicitud se ha entregado y está pendiente de ser atendida. Para ello se incluirá un icono en la barra de iconos de la pantalla SEA embarcada que indique tal estado. El icono permanecerá visible hasta que se efectúe la llamada o la solicitud sea rechazada por el operador del SAE.

- Cuando el operador lo decide, desencadena el proceso de llamada hacia el equipo embarcado.

Para establecer la llamada, será necesaria la aceptación por parte del maquinista. La llamada no podrá ser rechazada por el maquinista, de forma que dicha pantalla sólo dispondrá de un botón de aceptación. Por tanto, podrán darse dos situaciones: que el maquinista acepte la llamada desde la pantalla o que no realice ninguna acción, de modo que el intento de llamada expira. El tiempo de expiración (timeout) se establece por defecto a 30 segundos. Si la llamada no se completa por timeout, el operador del PCC recibe en pantalla la notificación correspondiente.

En modo normal, la llamada se establece mediante marcación sobre el equipo radio (comandada automáticamente por el SAE) y por tanto la llamada es full-duplex. Por defecto, el audio de la llamada se escucha a través del dispositivo manos libres del SAE.

El maquinista no dispondrá de un teclado para poder marcar, y, por tanto, no podrá establecer manualmente una comunicación full-duplex. Cada cabina dispondrá de un microteléfono como alternativa al dispositivo manos libres del SAE. Si el maquinista descuelga el microteléfono, una unidad de conmutación de audio derivará el audio desde el dispositivo manos libres al microteléfono. Si el maquinista cuelga el microteléfono, se habilitará de nuevo el dispositivo manos libres, mientras dure la llamada.

- La llamada siempre se cuelga desde el PCC, el maquinista no dispondrá de opción de colgado.

Modo degradado:

Se distinguen distintos tipos de degradación:

- La pantalla del SAE no se encuentra operativa (fallo de alimentación, fallo VGA, etc.), pero la CPU del SAE está activa

Si el maquinista observa que la pantalla no está operativa dispondrá, por procedimiento operativo, de la opción de pulsar el botón PTT del equipo radio. La señal de PTT viajará al SAE embarcado a través de la unidad de conmutación de audio, indicando a éste que debe efectuar una solicitud de llamada al PCC. En este caso particular de solicitud de llamada será marcada por defecto como embarcado que haya solicitado fonía mediante la pulsación del PTT, el SAE la descolgará de forma automática (sin esperar confirmación del maquinista), entendiéndose que su pantalla no se encuentra operativa.

- La CPU del SAE no está operativa

La unidad de conmutación de audio conocerá en todo momento el estado del SAE embarcado, a través de una señal digital proveniente del mismo (SAE on/off). En este caso, la pulsación del PTT se dirigirá al terminal de radio para realizar la llamada de grupo preestablecida en el mismo. Este tipo de llamadas serán half-duplex.

- No hay comunicación entre el SAE embarcado y el servidor SAE (corte de comunicación duradero, servidor SAE caído, problema de red, etc.)

En este caso, la solicitud de llamada desde la pantalla del SAE provocará una llamada directa al número del operador del PCC que se establezca por defecto, ignorándose el proceso de solicitud-aceptación descrito anteriormente. Esta llamada se realiza por marcación, y por tanto también es full-duplex.

8.11.7.4 Llamada desde un puesto operador hacia un grupo de suscriptores

Llamada de un grupo fijo:

- la llamada de un grupo fijo se hace mediante la composición, sobre el puesto de trabajo del operador, del número que define a este grupo.
- la puesta en comunicación se hace sin el descolgado voluntario del conjunto de los destinatarios. Una señal sonora avisa a los destinatarios de la puesta en comunicación.
- el número que define al que llama se presenta sobre la pantalla de los pupitres del metro ligero y de los portátiles. Un mensaje "llamada de grupo" se muestra sobre los pupitres y pantallas de los portátiles que integran este grupo fijo.
- el final de comunicación es a iniciativa del operador del PCC.

Llamada de un grupo dinámico: La llamada de un grupo dinámico predefinido o improvisado por un puesto operador PCC, es, desde el punto de vista del que llama y desde el punto de vista de los llamados, idéntico en todos sus puntos a una llamada hacia un grupo fijo.

8.11.7.5 Llamada puesto fijo hacia PABX o red de telecomunicaciones

Esta función permite componer desde un puesto de operador del PCC del Metro ligero, un número de teléfono interno a la red telefónica del metro ligero (PABX), o un número externo (IAV).

Esta función solo es posible para los puestos que posean los derechos necesarios.

Esta función permite la llamada de un teléfono interno o un puesto externo y la transferencia de la llamada hacia un puesto móvil de radio (portátil o de radio metro ligero).

La selección de un número telefónico interno se hará a partir de una lista de números de la que dispondrá el operador.

8.11.7.6 Llamada PABX hacia un metro ligero

Esta función debe ser posible mediante la introducción de un tercero a iniciativa de un puesto fijo.

Esta función se opera en dos tiempos:

- llamada a un metro ligero por un operador fijo,
- introducción de un puesto PABX en la comunicación, durante la comunicación anterior,
- retirada eventual de la comunicación del puesto fijo (escucha a terceros).

La liberación de la comunicación PABX se hace por iniciativa del teléfono o del puesto fijo, que puede, incluso si se retiró de la comunicación, decidir cortarla (en caso de situación de crisis).

La liberación de la comunicación hacia el metro ligero se hace por iniciativa del puesto fijo.

8.11.7.7 Llamada PABX hacia vehículo o portátil

Esta función solo es posible para los puestos que posean los derechos necesarios.

Funcional idéntica a una llamada PABX hacia metro ligero, descrita anteriormente. Un dispositivo "anti-charla" podrá ser agregado.

8.11.7.8 Llamada PABX hacia grupos fijos y dinámicos

La llamada de grupos fijos o dinámicos a partir del teléfono se efectúa de la misma manera y según los mismos criterios de actuación que la llamada PABX hacia vehículos o portátil, descrita anteriormente.

Sin embargo, existe una diferencia en la gestión de la llamada: es similar a una llamada de grupo desde un puesto fijo, es decir, gestión centralizada de la comunicación, puesto en comunicación sin descolgado, y liberación de la comunicación por iniciativa del PABX.

8.11.7.9 Llamada vehículo hacia puesto fijo

De la misma manera que un metro ligero, el vehículo puede dirigir a los puestos fijos, las llamadas de tipo:

- solicitud de llamada normal;
- solicitud de llamada de desamparo.

Estas solicitudes de llamada son efectuadas por la activación de teclas específicas sobre el equipo embarcado. Los mensajes indicados en estos equipos pueden pues ser sensiblemente diferentes a los de los pupitres embarcados (el licitador precisará estos mensajes).

En los puestos fijos, las solicitudes de llamada se tratan igual que las relativas a los trenes.

8.11.7.10 Llamada vehículo hacia vehículo, metro ligero, portátil

Todo vehículo debe poder comunicarse con otro vehículo, un metro ligero o un portátil, componiendo su número físico o su número de misión.

Una vez marcado el número del destinatario, el equipo muestra visualmente la salida, la conexión y la llegada de la llamada.

Sobre el terminal del destinatario, se emite una señal sonora de llamada entrante y se muestra la identidad del terminal que llama.

El establecimiento de la comunicación se hace por descolgado automático.

8.11.7.11 Llamada vehículo hacia grupo fijo o dinámico

Todo vehículo debe poder comunicarse con un grupo de terminales marcando el identificador de este grupo.

El equipo embarcado sobre los vehículos indica la salida, la conexión y la puesta en comunicación. La puesta en comunicación se hace automáticamente, sin descolgado manual.

Los terminales que reciben la llamada se ponen en comunicación tras la emisión de una señal sonora. Indican el hecho de que se trata de una comunicación de grupo, y si es posible el número que llama.

La liberación de la comunicación se hace solamente por iniciativa del vehículo que llama. No obstante, cada terminal (excepto los trenes) del grupo llamado, puede retirarse de la llamada, simplemente colgando.

8.11.7.12 Llamada vehículo hacia PABX

Cada vehículo que posea los derechos suficientes debe poder comunicarse con un número interno del sistema de metro ligero, marcando este número en el equipo embarcado del vehículo.

La salida, la conexión y el descolgado de la llamada se los indican al que llama.

8.11.7.13 Llamada de portátil hacia puesto fijo

Todo portátil debe poder comunicarse con los puestos de trabajo fijos o desplazados, parametrizados para dicha comunicación, para los tipos de llamada siguientes:

- solicitud de llamada normal,
- solicitud de llamada de desamparo.

Estas llamadas serán tratadas funcionalmente por los puestos fijos como si procedieran de trenes (visualización en lista de espera, validación, puesta en comunicación).

Las indicaciones mostradas en la pantalla del terminal de fonía portátil pueden ser sensiblemente diferentes de las que se refieren al pupitre embarcado. El adjudicatario los explicará.

8.11.7.14 Llamada portátil hacia portátil, vehículo o metro ligero

Todo portátil debe poder comunicar con otro portátil, un vehículo o un metro ligero, marcando su número físico.

Una vez compuesto el número del destinatario, el equipo debe indicar visualmente la salida, la conexión y la llegada de la llamada.

En el terminal del destinatario, suena un tono de llamada entrante, y el terminal indica la identidad del terminal que llama. La puesta en comunicación se hace por descuelgue del auricular.

8.11.7.15 Llamada portátil hacia grupo

Todo portátil debe poder comunicar con un grupo de terminales, marcando el identificador de este grupo.

El portátil emisor indica la salida, la conexión y la puesta en comunicación. La puesta en comunicación se hace automáticamente.

Los terminales que llaman se ponen en comunicación después de la emisión de una señal sonora. Indican el hecho de que se trata de una comunicación de grupo, y el número que llama.

La liberación de la comunicación se hace por iniciativa del portátil que llama. No obstante, cada terminal del grupo llamado puede retirarse de la llamada, simplemente descolgando

8.11.7.16 Llamada portátil hacia la red PABX

Cada portátil debe poder comunicarse con un número interno de la red telefónica interna del sistema de metro ligero o con un número externo, en función de sus privilegios, marcando este número sobre el equipo terminal.

El portátil se comporta como un teléfono clásico conectado al PABX.

8.11.8 Funciones transversales del subsistema fonía

8.11.8.1 Destinatarios de las llamadas

Las llamadas procedentes de los trenes o de portátiles no son más que solicitudes de llamada. La comunicación permanece a iniciativa de los puestos operador fijos o de los vehículos.

El conductor de un metro ligero no selecciona el destino de una solicitud de llamada. En efecto, la composición del número de un destinatario es incompatible con la conducción.

Todas las solicitudes de llamada procedentes de un metro ligero tienen por destino un gestor o rutificador de llamadas integrado en el sistema, y el destinatario es siempre un puesto fijo.

La solicitud de llamada se indica sobre el puesto de trabajo de todos los operadores que tienen por misión recibirlos o simplemente visualizarlos. Los puestos de trabajo destinatarios son los del sector en cuestión (determinado a partir del número de misión). Además, las llamadas de desamparo se dirigen a todos los puestos operador en servicio.

8.11.8.2 Prioridades

Las prioridades de llamada son clasificadas de 1 a 3 en orden creciente.

Proyecto Constructivo de Instalaciones para la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada: Tramo Armilla-Churriana-Las Gavias (T-MG6211/PPR3)

Todas las llamadas fijo a móvil serán de prioridad mínima 1, excepto las realizadas en respuesta a solicitudes de llamada urgente o de desamparo

Todas las llamadas de desamparo son de prioridad máxima 3, tienen asociado el derecho de prioridad, es decir, el sistema está autorizado a cortar una comunicación para destinar dicho recurso a la llamada de desamparo.

Llamada	Prioridad	Comentario
Solicitud de llamada Normal	1	
Solicitud de llamada Urgente	2	
Solicitud de llamada de Desamparo	3	
Llamada Normal	1	
Llamada Urgente	2	
Llamada de Desamparo	3	Prioridad sobre el recurso, escucha discreta larga, grabación

Tabla 3 Prioridades de Llamada

8.11.8.3 Gestión de los grupos

Todos los grupos pueden estar constituidos por materiales heterogéneos (metro ligero, vehículo, portátil, puesto fijo).

Los grupos fijos son grupos de terminales de fonía parametrizados en el sistema, a través del puesto de despacho o del puesto de administración de red radio

Son identificados por un número fijo asociado a un conjunto de equipos de fonía. Una función de la aplicación permite la gestión de estos grupos.

Un grupo dinámico predefinido es identificado por un número único y permanente, representando a un conjunto de personal destinado a una misión precisa.

Los números de equipos o los nombres del personal en cuestión no se conocen, puesto que cambiando regularmente.

Los grupos dinámicos predefinidos son declarados en el sistema por parametrización, con ayuda de una función de la aplicación. Es el sistema el que asigna y da de baja los equipos de fonía a estos grupos dinámicos, de manera transparente para el operador fijo.

Los terminales de tipo portátil o vehículo pueden destinarse a un grupo dinámico predefinido. Esta asignación puede hacerse por la composición sobre el terminal del número de misión asociado a este grupo predefinido.

Un grupo dinámico improvisado es un grupo no predefinido de terminales de fonía que deben estar en contacto con el puesto fijo. Una función de la aplicación permite la constitución y la gestión de grupos improvisados.

El período de validez de dicho grupo puede limitarse, por ejemplo, al día. En caso de llamada de desamparo, el sistema constituye un grupo improvisado con los equipos de intervención más próximos al móvil en desamparo.

El número de misión es un número predefinido asignado a una misión particular. El explotador se encarga de administrar este plan de numeración funcional, con ayuda de una función de la aplicación. Los números de misión se clasifican de tal modo que determinen, para cada una de las funciones, cuáles son los puestos de trabajo destinatarios de las llamadas tipo bus (llamada normal, llamada de desamparo).

Todos los móviles (metro ligero, vehículo, portátiles) pueden agregarse ellos mismos a un número de misión en su salida. Después de un control de coherencia, este número de misión se destina al móvil hasta nuevo orden, y a más tardar hasta el final del día.

Una alarma informa a los puestos de trabajo cuando un metro ligero deja las cocheras sin ser asignado a una misión.

Por lo que se refiere a los vehículos y a los portátiles, los terminales bajo tensión sin número de misión asignado se indican sobre estos puestos de trabajo. La lista de los números de misión asignados se actualiza permanentemente. Está disponible para consulta y en las listas de elección.

La asignación de un móvil a una misión implica la asignación de este móvil a los posibles grupos dinámicos en vigor.

La función alarma "defecto de asignación a una misión" a la salida de las cocheras será tratada por el sistema SAE y no por la aplicación Radio.

8.11.8.4 Plan de numeración:

El plan de numeración propuesto por el adjudicatario deberá ser homogéneo y compatible con la numeración a la vez funcional y material de los equipos terminales de fonía de los trenes y de la red telefónica del sistema metro ligero.

8.11.8.5 Registrador de comunicaciones

Se archivarán todas las llamadas en un registrador que debe proporcionarse, permitiendo la adquisición como mínimo de 8 llamadas simultáneas (horodatage, secuencia de la llamada, tipo de llamada...).

Debe ser posible consultar los archivos en tiempo diferido, y también en tiempo real, a partir del pupitre del puesto fijo para volver a escuchar un sonido ambiente o un mensaje.

8.11.8.6 Modos degradados pedidos

La función fonía se integra al concepto de seguridad. Es por lo tanto indispensable que esté asegurada completamente. Los tipos de disponibilidad mencionados en el presente documento se duplican en modo degradado, de modo que permitan la comunicación fonía incluso cuando los equipos centrales estuvieran fuera de servicio.

El sistema fonía debe ser completamente independiente del sistema SAE/SIV. Nunca un fallo de la función SAE, tanto en la central como en embarcado, debe perturbar la función de radio fonía.

8.11.9 Función transmisión de datos

8.11.9.1 Principios

La función transmisión de datos permite el intercambio de datos entre los ordenadores SAE y SIV centrales y los equipos SAE / SIV embarcados a bordo de los vehículos.

8.11.10 Tipos de comunicaciones

8.11.10.1 Generalidades

La función transmisión de datos puede declinarse en dos tipos de transmisiones:

- Tiempo real, en el que la noción de tiempo de transmisión es preponderante,
- Tiempo diferido, en el que el concepto de volumen de información que debe intercambiarse es esencial.

8.11.10.2 Entre un metro ligero y el centro servidor de radio

Los datos transmitidos en el sentido metro ligero hacia el centro servidor de control son:

- los datos de localizaciones entregados por los equipos de localización en el momento de la realización de una llamada de radio (normal o desamparo),
- los posibles datos de mensajería provenientes de un servidor de mensajería del explotador hacia uno o más grupo de vehículos.

En este sentido es necesaria una integración entre los sistemas SAE y TETRA consistente en:

- Interfaz física para la conexión de la CPU SAE embarcada con el receptor TETRA.
- Ingeniería de interconexión de datos entre los servidores del sistema SAE y la central de conmutación ubicados en el Edificio de Control.

8.11.11 Funciones de explotación del sitio central PCS:

8.11.11.1 Función Administración de la red Radio

La administración del sistema de radio se hará a partir de los puestos de administración y de despacho situados en el local informático y en el PCS respectivamente.

Las funciones administración incluyen, en particular:

- la gestión de los perfiles y derechos de acceso de los usuarios,
- la gestión de los parámetros de la aplicación,
- la gestión de los grupos fijos de suscriptores,
- la creación de nuevos suscriptores,
- la gestión de las configuraciones, las protecciones.

8.11.11.2 Función supervisión de la red

El sistema debe poder efectuar un seguimiento sistemático de todas las comunicaciones y ser capaz de archivar para cada una de ellas:

- el tipo de comunicación,
- su posición (geolocalización),
- el que llama,
- el llamado,
- el tiempo de espera antes del establecimiento,
- la hora y la duración de la comunicación,
- otros posibles detalles.

El sistema efectúa un análisis estadístico y geográfico de las llamadas para proporcionar una información de ayuda para la toma de decisiones relativas al mantenimiento y a la evolución del subsistema fonía. Las siguientes informaciones de seguimiento serán necesarias:

- seguimiento de las llamadas de mantenimiento (llamadas de desamparo desencadenadas en las zonas de cocheras),
- seguimiento de saturación del subsistema de transporte,
- seguimiento recurso por recurso de la ocupación y del buen funcionamiento,
- seguimiento de las terminales y grupos que consumen la mayoría de los recursos,
- seguimiento de las zonas (lugares) más utilizadas,
- seguimiento de las zonas problemáticas (nivel de recepción).

El sistema debe permitir el archivado de todos los acontecimientos importantes relativos a la fonía. Estos elementos se transferirán hacia el sistema SAE.

8.11.11.3 Funciones vinculadas al mantenimiento

La supervisión técnica de la red de radio estará garantizada desde los puestos operadores de radio (alarmas de síntesis) y el puesto dedicado al mantenimiento del taller de las cocheras (alarmas detalladas).

Esta función agrupa:

- la supervisión de la red: gestión de los sinópticos, gestión de las alarmas,
- la gestión del estado de los equipos,
- la gestión de los resultados: informaciones en tiempo real sobre el tráfico y los tipos de comunicaciones, indicadores en tiempo diferido (actividad de la red en un período),
- la explotación de la red: gestión de los incidentes y averías.

Para evitar contaminar el regulador del PCC, las llamadas de fonía (normales y de desamparo) activadas en los recintos de las cocheras serán redirigidas hacia el puesto del regulador de mantenimiento, así como todas las llamadas normales de fonía para el mantenimiento.

8.12 PRESTACIONES POR SUMINISTRAR

8.12.1 Cobertura radioeléctrica

La cobertura de la red de radioeléctrica tiene por amplitud geográfica todas las zonas situadas a menos de un kilómetro de un punto que pertenezca al itinerario de las líneas de metro ligero.

Para las funciones de radio embarcadas, la cobertura de radio eléctrica será igual a:

- 99 %, sobre la totalidad del curso de las líneas de metro ligero, sobre la zona aérea de las cocheras, incluso en las vías de aparcamiento.
- un 95 % de la superficie de las zonas cubiertas de los talleres y de la estación de servicio.

Para las funciones de radio portátiles, la cobertura radioeléctrica será igual al 99 % de las zonas geográficas anteriormente mencionadas. La cobertura "indoor" estará garantizada en los edificios administrativos de las cocheras.

8.12.2 Dimensionamiento

8.12.2.1 Dimensionamiento Fonía

La red de fonía permitirá tantas comunicaciones simultáneas como puestos reguladores y accesos PABX. Además, el número de vías de tráfico deberá garantizar las llamadas de grupo cuyos miembros se encuentren separados geográficamente, y las llamadas vehículo - operadores del PCC sobre la base de 6mE (Erlang) por terminal.

En hora punta, el sistema debe permitir el paso de 60 llamadas de 40 segundos cada hora, sin espera.

8.12.2.2 Dimensionamiento Datos

La red se dimensionará para garantizar la transmisión de los flujos de datos en tiempo real SAE y SIV a la hora punta.

Por otra parte, el tiempo de transferencia de los datos en tiempo diferido en las cocheras, tele carga y tele descarga, no deberán sobrepasar el minuto por vehículo (no se consideran las

operaciones de transferencia de ficheros de parametrización o de cambio de versión informática, de las aplicaciones SAE y SIV).

Finalmente, la infraestructura de la red de radio Fonía y de datos se dimensionará para hacer frente al aumento previsible de tráfico estimado en el 50%, los equipos dispuestos permitirán este aumento sin modificaciones.

8.12.2.3 Niveles acústicos

Los niveles acústicos presentes sobre los sistemas serán elevados y ajustables. Se adaptarán a las dificultades de un entorno a menudo ruidoso.

8.12.2.4 Tiempo de reacción deseado

El tiempo de acceso cumplirá la norma, la puesta en comunicación deberá ser inferior a 500 ms en un 98% de los casos y en el 2% restante la cola de espera no excederá los 10 s.

El tiempo de cambio en duplex (eventual) debería ser inferior a 30 ms. El tiempo de relajación entre dos llamadas debería ser inferior a 250 ms.

8.12.2.5 La Inter operatividad

Los materiales proporcionados por el licitador deberán ser inter-operativos con otros materiales según la norma TETRA.

8.12.3 Disponibilidad

8.12.3.1 Generalidades

Una avería cualquiera del módulo SAE embarcado no debe privar al conductor del modo de comunicación fónico con los operadores del PCC.

Una avería de un puesto operador no debe generar indisponibilidad del sistema.

Las llamadas serán, en este caso, transferidas automáticamente hacia otro puesto de regulador que esté operativo.

8.12.3.2 Disponibilidad del recurso de radio

El porcentaje de disponibilidad del sistema será del 99% para un funcionamiento de 24 horas al día y de 7 días a la semana.

El porcentaje de disponibilidad de la infraestructura de radio será de 99,99% para un funcionamiento de 24 horas al día y de 7 días a la semana, sobre un 100% de la superficie.

Por imperativos de seguridad, toda llamada de desamparo deberá recibirse con una disponibilidad del 100% del espacio y del 99% del tiempo, y deberá poder garantizar la transmisión del sonido. A una llamada de desamparo infructuosa debe sucederle una segunda tentativa que ha de resultar exitosa, para un vehículo dado.

8.12.4 Mejoras adicionales

En este Proyecto Modificado se incluyen modificaciones del Software TETRA de forma que permita las siguientes mejoras adicionales:

- Inclusión de característica de funcionamiento degradado de forma que los terminales portátiles puedan comunicarse entre ellos sin necesidad de infraestructura TETRA.
- Se mejora el comportamiento del sistema TETRA ante condiciones de fallo.
- Prestación de servicios para el sistema TETRA
- Prestación de servicios para la realización de trabajos en horarios nocturnos.
- La necesidad de compatibilizar los trabajos con los de catenaria hace necesaria la realización de estos trabajos fuera de horario de trabajo y/o energización de la catenaria.

8.13 COMPONENTES FUNDAMENTALES

A continuación, se describen los elementos principales que conformarán este sistema. Una descripción detallada de las características de estos se encuentra detallada en el capítulo correspondiente del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

8.13.1 Centro de conmutación.

El centro de conmutación TETRA constará de los siguientes elementos, que quedarán integrados en un rack de dimensiones 1330 mm x 600 mm x 960:

Un (1) Nodo de Conmutación y Control TETRA Express equipado con:

- Standalone Server con Redundancia Local/Geográfica
- Servicio de voz
- Servicio de Datos Cortos
- Servicio de Datos por Paquetes
- Licencia para 15 Estaciones Base
- Licencia para 500 usuarios
- Licencia RCM (Radio Control Manager) con DGNA (Dynamic Group Number Assignment)
- Un (1) Subsistema de Integración Telefónica IP (10 llamadas)
- Un (1) Subsistema de Grabación de 20 canales simultáneos
- Un (1) Terminal de Gestión y Supervisión de Red
- Adaptación del HW de la Estaciones Base del sistema y actualización a nueva versión de SW compatible con el nuevo nodo de conmutación TETRA IP Express

8.13.2 Estaciones base

8.13.2.1 Estaciones base

Las estaciones base tendrán las siguientes características principales.

ESPECIFICACIONES

	UHF	800 MHz
Bandas de frecuencias	350 - 470 MHz	806 - 870 MHz
Ancho de banda de funcionamiento	5 MHz	19 MHz
Radios base	Hasta 2 BR (8 timeslots)	
Separación de portadoras	25 kHz (25/50 kHz para TEDS)	
Potencia de transmisión en la parte superior del armario de la estación base	40 vatios (sin combinación de transmisión)	25 vatios (con combinación híbrida de transmisión)
Sensibilidad del receptor en la parte superior del armario de la estación base/conector de entrada	-120,0 dBm normal (estática con una tasa de bit de error del 4 %) -113,5 dBm normal (atenuada con una tasa de bit de error del 4 %)	-119,5 dBm normal (estática con una tasa de bit de error del 4 %) -113,0 dBm normal (atenuada con una tasa de bit de error del 4 %)
Recepción de diversidad	Diversidad simple, doble o triple	
Opciones de combinador	Combinador híbrido	
Transmisión	Conexión Ethernet, X21 o E1 fraccionada Señalización de etiquetas de varios protocolos (MPLS) Dos puertos Ethernet o dos puertos E1 con multiplexor integrado para protección de bucles o redundancia (hasta 10 estaciones base se pueden conectar en bucle) Compatibilidad con transmisión por satélite	
Datos de alta velocidad	Esquemas de modulación TEDS QAM con anchos de banda de canal de 25/50 kHz	
Alimentación de entrada	100/115/230 V de CA, 50/60 Hz y -48 V de CC	
Consumo de energía	640 vatios (con ventiladores)	700 vatios (con ventiladores)
Temperatura ambiente de funcionamiento	De -30 a 55 °C (sin ventiladores)/de -30 a 60 °C (con ventiladores)	
Anchura x altura x profundidad	0,45 m x 0,61 m x 0,48 m (17,7 pulg. x 24 pulg. x 18,9 pulg.)	
Peso	48 kg (totalmente equipada con 2 radios base)	

8.13.2.2 Torres de implantación de antenas.

Con objeto de reducir el impacto visual y su integración paisajística se modifica el tipo de torre para antenas TETRA. Se incluyen los estudios para la servidumbre aérea.

Frente a la instalación de torres auto soportadas, se propone la instalación de columnas del mismo modelo que las utilizadas para las luminarias y la catenaria de la línea 1 del metropolitano de Granada.