

Anejo 6
Comunicaciones.

1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES	1
2.	INSTALACIONES Y REDES DE COMUNICACIÓN.....	1
2.1.	Red Multiservicio Gigabit Ethernet.....	3
2.2.	Red de señalización.....	3
2.3.	Red de comunicación local de parada	3
2.4.	Sistema de radiocomunicaciones.....	3
2.4.1.	Sistema tren-tierra sobre tecnología PMR.....	4
2.4.2.	Arquitectura de la Red de Radiocomunicaciones sobre tecnología PMR	4
2.4.3.	Sistema tren-tierra sobre tecnología TETRA.....	4
2.4.3.1.	Arquitectura de la Red de Radiocomunicaciones sobre tecnología TETRA	5
2.4.3.2.	Arquitectura de la Red de Comunicaciones vía WIFI	5
2.5.	Circuito cerrado de televisión.....	6
2.6.	Sistema de información al viajero	6
2.6.1.	Sistema de megafonía	6
2.6.2.	Teleindicadores.....	7
2.6.3.	Sistema de interfonía	7
2.7.	Sistema de cronometría	7
2.8.	Sistema de billeteaje.....	7

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES

La solución propuesta se basa en los siguientes principios:

- Continuidad y compatibilidad con sistema de comunicaciones de las fases 1 y 2 de metrocentro.
- Utilización de equipos y tecnologías de última generación
- Arquitectura modular, en la cual se pueden añadir o retirar elementos sin implicar una reconfiguración completa de todo el sistema.
- Definición de una red de comunicaciones de gran capacidad apta para la transmisión de servicios de vídeo, voz y datos.
- Solución robusta, basada en equipos de alta fiabilidad y con redundancia en los elementos críticos.
- Empleo de interfaces abiertos para facilitar la integración de los diferentes elementos sobre una plataforma única.

2. INSTALACIONES Y REDES DE COMUNICACIÓN

La línea de Metro Ligerero en Superficie del Centro de Sevilla se gestiona de forma centralizada desde el Puesto Central de Mando (PCM) que se integra como parte del Centro de Control (PCC) actual de TUSAM.

Los sistemas de comunicaciones se utilizarán para la transmisión de diferentes tipos de información entre las paradas, las unidades móviles y el Puesto Central de Mando:

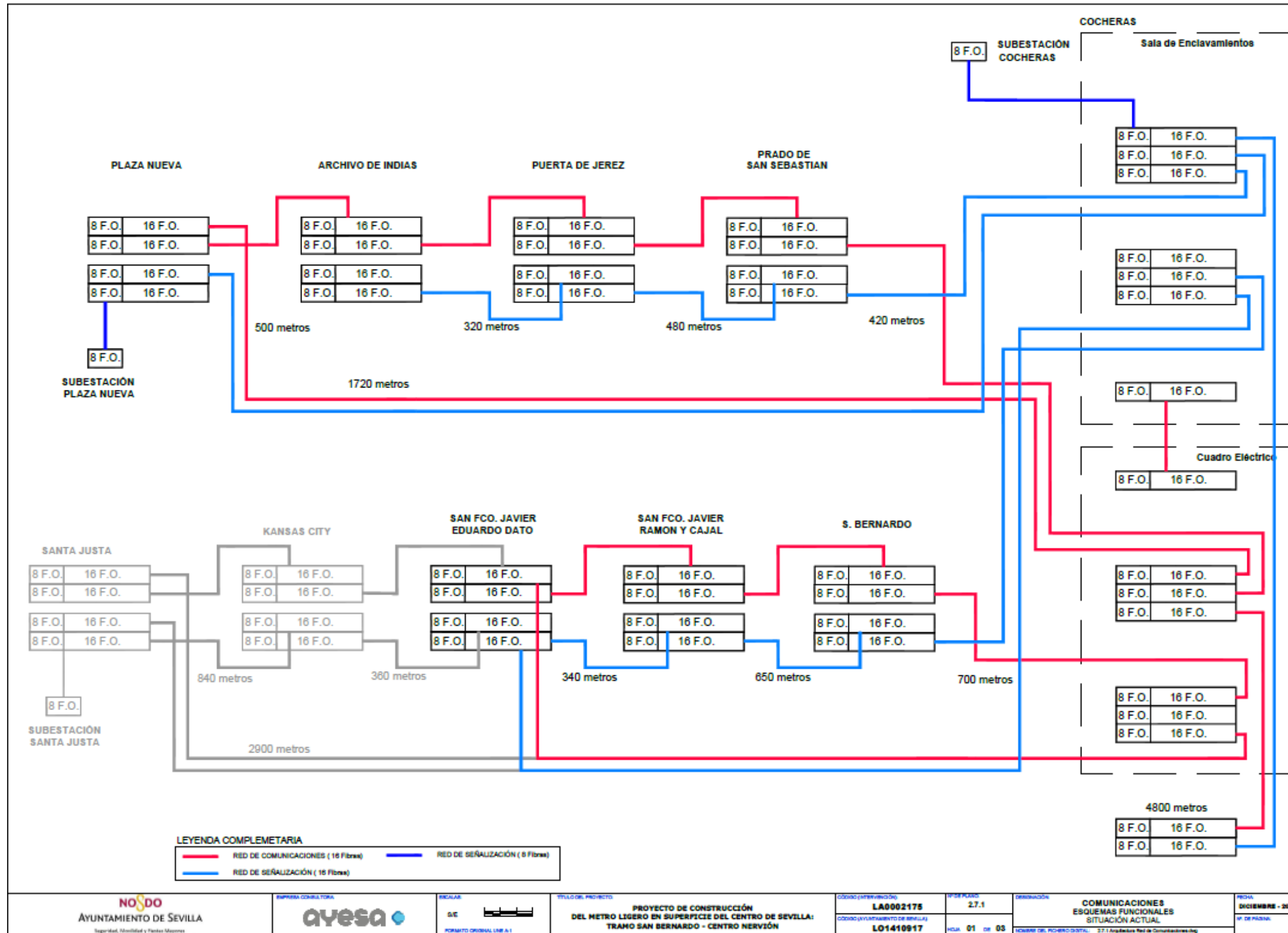
- Comunicaciones de voz y datos vía radio
- Información de localización de trenes
- Información del Sistema de Señalización Tranviaria
- Instalaciones de seguridad e información al viajero
- Subsistemas de control de instalaciones
- Control de máquinas expendedoras y canceladoras

Para cubrir los requerimientos de estos servicios se implementarán cuatro redes de comunicación:

- Red Multiservicio Gigabit Ethernet
- Red de Señalización
- Red de Comunicaciones Local de Parada
- Red de Radiocomunicaciones

Las paradas estarán equipadas con un conjunto de sistemas auxiliares empleados para proporcionar servicios a los usuarios como información o billetes y tarjetas de transporte o para dotar de seguridad a las instalaciones. Principalmente serán los siguientes:

- Sistema de Circuito Cerrado de Televisión
- Sistema de Información al Viajero:
 - Sistema de Megafonía
 - Teleindicadores
 - Sistema de Interfonía
- Sistema de Cronometría
- Sistema de Billetaje
- Sistema de Ayuda a la Explotación



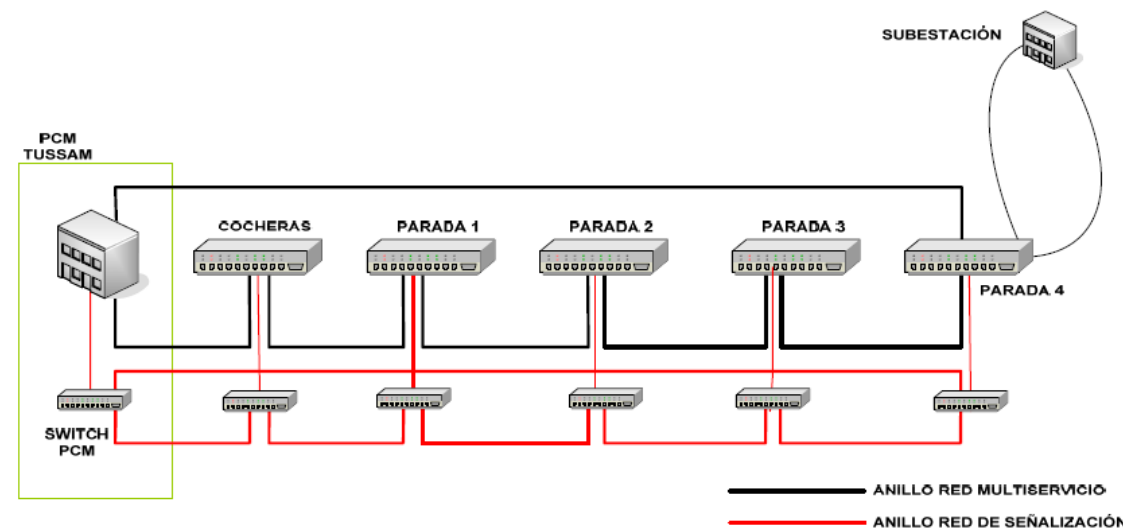
2.1. Red Multiservicio Gigabit Ethernet

Esta red tendrá como funcionalidad principal la comunicación entre las diferentes paradas, Cocheras y el PCM. Será una red IP de tipo Gigabit Ethernet (1000 Mbps) y comunicará a las paradas entre sí y con el PCM. Actuará como soporte del intercambio de información de todos los sistemas de la Línea.

La red multiservicio presentará una topología en anillo, lo cual proporcionará dos caminos físicos distintos de acceso a cada uno de los nodos de red. De esta forma, en caso de fallo del camino principal las comunicaciones se establecerán de forma automática por el camino secundario.

A lo largo de todo el trazado, en ambos lados de la plataforma, se instalará un cable de 16 fibras ópticas monomodo, que se empleará como medio físico para las redes de comunicaciones multiservicio y de señalización. Para crear una topología en anillo se utilizarán 4 fibras de servicio y se dejarán 2 fibras de reserva.

Los nodos de la red serán Switches Gigabit Ethernet que se instalarán en cada una de las paradas, subestaciones, Cocheras y PCM como nodo local de comunicaciones. El nodo tendrá 4 puertos Gigabit para la conexión con la red multiservicio y varios puertos 10/100Base-Tx para la conexión con los sistemas auxiliares de la parada. Dispondrá además de funcionalidades de rutado IP, filtrado de tráfico a nivel 2 y 3, y soporte de redundancia de rutas (protocolo Rapid Spanning Tree).



2.2. Red de señalización

En paralelo a la Red Multiservicio Gigabit Ethernet y totalmente independiente de ella se implementará la Red de Señalización. Esta red transportará la información de señalización correspondiente a los mandos locales de señalización al Puesto Central de Mando de TUSSAM. Por tanto, comunicará el mando

local de señalización existente en cada una de las paradas con el mando local de las paradas colindantes, de Cocheras y del PCM.

La red de señalización presentará una topología en anillo, de forma que existirán dos caminos diferentes para acceder a cada uno de los mandos locales.

Los elementos de esta red serán los nodos locales de señalización, Switches Fast Ethernet 10/100

Mbps con dos puertos óptico 100Base-FX. Tendrán una conexión adicional de seguridad a los nodos locales de la red multiservicio.

2.3. Red de comunicación local de parada

La Red de Comunicaciones Local tendrá una topología física en estrella y estará formada por:

- Nodo local de comunicaciones
- Sistemas auxiliares de comunicación instalados en las paradas:
 - Interfonos en ambos lados del andén:
 - Interfono SOS y de Información
 - Interfono para Minusválidos
 - 1 Punto de Acceso red WIFI
 - 2 Cámaras de vídeo móviles de tipo DOMO
 - 2 Teleindicadores
 - 4 Altavoces/Proyectores acústicos
 - 2 Máquinas expendedoras automáticas

2.4. Sistema de radiocomunicaciones

La función fundamental del Sistema de Radiocomunicaciones es permitir el establecimiento de las comunicaciones tren-tierra, es decir, las comunicaciones de voz y datos entre el tranvía y el Puesto Central de Mando (PCM).

En el Proyecto de Instalaciones se plantea la instalación de dos Sistemas de Radiocomunicaciones:

- Sistema de Radiocomunicaciones sobre tecnologías PMR-TETRA
- Sistema de Radiocomunicaciones vía WIFI

2.4.1. Sistema tren-tierra sobre tecnología PMR

En una primera fase la comunicación radio entre las unidades y el PCM se realizará mediante tecnología PMR, igual a la empleada actualmente por TUSSAM para la gestión de la flota de autobuses de la ciudad de Sevilla.

Un sistema de Radiotelefonía Móvil Privada (PMR) es un sistema de comunicaciones móviles en los que existe una o varias estaciones base y un conjunto de móviles en el que es posible la comunicación móvil-base y base-móvil, existiendo también la posibilidad de comunicación móvil-móvil.

La Red de Radiocomunicaciones PMR sirve de soporte de las comunicaciones necesarias para la normal explotación del tranvía:

- Comunicaciones de voz:
 - Servicio de telefonía half-duplex entre los conductores de las unidades móviles y el PCM.
 - Escucha en el PCM a través del micrófono ambiente en caso de emergencia.
- Comunicaciones de datos:
 - Datos asociados a la operación de la línea que se envían al inicio del recorrido y se muestran en la consola del conductor: información de itinerario, tiempos previstos de inicio y fin, evolución, etc.
 - Datos de la situación del tranvía a través de las señales de odómetro, apertura de puertas y cabina activa.
 - Información a ser mostrada en teleindicadores.

2.4.2. Arquitectura de la Red de Radiocomunicaciones sobre tecnología PMR

TUSSAM contiene un sistema de comunicaciones sobre tecnología PMR. Este sistema es analógico y se compone de 6 canales de datos y 4 de audio.

No es necesario ampliar ni modificar la infraestructura de la red de radiocomunicaciones existente, por lo tanto, ésta será suficiente para la gestión de toda la flota actual de TUSSAM y las 7 unidades del MetroCentro.

El material móvil de MetroCentro será de iguales características que el de los autobuses. Serán equipos embarcados P-2500U F1 y se componen de los siguientes elementos:

- Equipo P-2500U F1
- Cable SAE ETRA P-2500 a CIBOR

- Antena LHA 400
- Convertidor PV6I
- Pulsador a pedal para PTT y para emergencia
- Micrófono flexo y ambiente
- Altavoz

2.4.3. Sistema tren-tierra sobre tecnología TETRA

El sistema de radiocomunicaciones sobre tecnología TETRA previsto para el Metro Ligero de Sevilla proporcionará un medio de comunicación fiable y seguro para el establecimiento de la comunicación entre los tranvías y el Puesto Central de Mando. Se utilizará exclusivamente para las comunicaciones denominadas "vitales", es decir, aquellas que son necesarias para la normal explotación del tranvía, las cuales comprenden:

- Comunicaciones de voz. Fundamentalmente serán:
 - El servicio de telefonía entre los conductores de las unidades móviles y el PCM. Estas llamadas podrán ser tanto full-duplex, entre el PCM y un usuario individual o half-duplex, entre el PCM y todos los tranvías.
 - Las comunicaciones desde el PCM a los usuarios a bordo del tranvía, mediante el sistema de megafonía existente en la unidad móvil.
 - Las comunicaciones entre el PCM y los usuarios a través de los interfonos existentes a bordo
- Comunicaciones de datos. Principalmente serán los siguientes:
 - Datos asociados a la operación de la línea tal como la información de itinerario, los tiempos previstos de inicio y fin, la evolución a lo largo del recorrido según el horario planificado, etc. que habitualmente se envían al inicio del recorrido y se muestran en la consola del conductor.
 - Situación del tranvía. De forma periódica a lo largo del recorrido el tranvía informa al PCM sobre su situación, para su integración en el Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE).
 - Mensajes de texto enviados desde el PCM para ser mostrados en el Sistema de Información al Viajero existente a bordo: teleindicadores y monitores de vídeo.

Actualmente está en fase de desarrollo la implantación de una red sobre tecnología TETRA en la ciudad de Sevilla, denominada SECORA. Una vez se haya completado su instalación, las unidades de tranvía se adaptarán de forma que las comunicaciones radio pasarán de realizarse sobre tecnología PMR a hacerlo sobre tecnología TETRA.

2.4.3.1. Arquitectura de la Red de Radiocomunicaciones sobre tecnología TETRA

Estación base

El planteamiento de la red SECORA sobre tecnología TETRA para la ciudad de Sevilla, contemplaba la instalación de 6 estaciones base, que garantizarán la cobertura en el recorrido completo del Metro Ligerero.

Terminales móviles en los Tranvías

En cada unidad de tranvía se instalarán dos terminales móviles, uno en cada cabina de conductor. Aunque el modelo y su integración con los elementos de a bordo estarán determinados por el fabricante del tranvía, tendrán las siguientes características principales:

- El terminal radio contará con micrófono de mano con PTT y AUX, altavoz, antena y caja de interconexión, adicionalmente podrá contar con micro auriculares o dispositivos de fonía sin manos y pedal de activación de PTT.
- Podrá trabajar en modo trunking (TMO) y en modo directo (DMO)
- Soportará tanto comunicaciones de voz en modo full-dúplex y half-dúplex como comunicaciones de datos en modo circuito y modo paquete.

El terminal estará totalmente integrado en el bus interno del tranvía, de forma que en las situaciones en las que el PCM decida informar a los viajeros a través del sistema de megafonía interna el conductor podrá habilitar el canal de audio para el establecimiento de esa comunicación.

Terminal fijo en Cocheras y PCM de TUSAM

El equipamiento necesario para el establecimiento de las comunicaciones radio con los usuarios del sistema TETRA consistirá en un despachador radio.

El Terminal de despacho consiste en un Terminal móvil TETRA integrado en una unidad de sobremesa, en cuyo interior se incluyen también un altavoz de gran potencia y una fuente de alimentación AC/DC. El conjunto se completa con un micrófono de sobremesa. Para permitir una operación manos libres al operador se recomienda el uso de los microcascos y el pulsador PTT de pedal.

Sus características principales son las siguientes:

- Podrá trabajar en modo trunking (TMO) y en modo directo (DMO)
- Permitirá llamadas individuales semi-dúplex con señalización Directa y llamadas dúplex
- Permitirá llamadas de Grupo y Broadcast

- Gestión de grupos (TMO, DMO o ambos)
- Soportará comunicaciones de datos en modo circuito y modo paquete
- Soportará servicios suplementarios como: asignación dinámica de grupos, escucha ambiental, llamada de inclusión y desvío de llamadas

Sistema tren-tierra vía WIFI

El Sistema de Radiocomunicaciones sobre tecnología WIFI proporcionará una comunicación de banda ancha vía radio entre el tranvía y el Puesto Central de Mando y se empleará para la transmisión de información no crítica en la explotación tranviaria pero de utilidad para el control de la línea desde el PCM, tal como:

- Imágenes de vídeo captadas por las 12 cámaras situadas a bordo de cada tranvía
- Mensajes de información para ser mostrados en los teleindicadores del interior del tranvía
- Mensajes publicitarios para ser mostrados en los monitores situados a bordo

En cualquier caso, si fuera necesario suprimir la utilización del sistema mediante tecnología TETRA, el conjunto de las comunicaciones tren-tierra podrían realizarse a través de la red WIFI. Para lo cual, los mensajes de audio se codificarán y transmitirán como VoIP y los datos se transmitirán como datagramas Ethernet.

El diseño de la red inalámbrica WIFI garantizará un nivel de señal a lo largo de toda la línea de forma que la tasa de transferencia de información para cualquiera de los puntos de acceso sea de 54 Mbps.

La red se diseña basada en el estándar 802.11g, por lo que la comunicación se llevará a cabo en la banda de frecuencias de 2,4 GHz, posibilitando un mayor alcance y la instalación de puntos de acceso únicamente en las paradas y en el edificio de cocheras.

2.4.3.2. Arquitectura de la Red de Comunicaciones vía WIFI

Los elementos fundamentales de este sistema serán los siguientes:

- Unidad de radio WLAN a bordo. Cada una de las unidades móviles estará equipada con una unidad radio WLAN a bordo que permitirá el establecimiento de la comunicación de los sistemas embarcados con la red WIFI, con un ancho de banda máximo de 54 Mbps.
- Unidad de control WLAN a bordo. Este elemento actuará como interfaz entre la unidad de radio a bordo y los sistemas internos del tranvía. Desempeñará las siguientes funciones:
 - Comunicación entre la unidad de radio y los sistemas auxiliares existentes a bordo.

- Control de la transmisión de información sobre la red WIFI: inicialización, restablecimiento en caso de interrupciones, priorizar la información a transmitir, etc.
- Puntos de acceso WIFI. Se instalará un total de seis puntos de acceso WIFI distribuidos del siguiente modo: uno en cada una de las paradas de la línea y dos puntos de acceso en Cocheras. Cada equipo garantizará la cobertura en un radio de aproximadamente 200m alrededor de su emplazamiento. Para su conexión con la red de comunicaciones troncal dispondrá de un puerto 10/100BaseTx mediante el cual se conectará con el switch Gigabit Ethernet de la red troncal existente en cada parada. Las características principales de los puntos de acceso son las siguientes:
 - Soportan los estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g, por lo que pueden trabajar en las bandas de frecuencia de 2,4 GHz y 5GHz.
 - Seguridad en las comunicaciones mediante autenticación de usuario, encriptación y protocolo WPA2.
- Controlador de red inalámbrica. Este equipo controlará el funcionamiento de toda la red WIFI: aplica las políticas de seguridad impidiendo la intrusión de clientes no autorizados y gestiona la interfaz radio, la calidad de servicio (QoS) y la movilidad.
- Aplicación de gestión de red WIFI. Aplicación software que permitirá realizar el control total de la red WIFI desde el PCM. Se utilizará principalmente para monitorizar y telecontrolar el funcionamiento tanto de los puntos de acceso como de los terminales cliente autorizados en el sistema.

2.5. Circuito cerrado de televisión

El sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) permitirá la visualización en el Puesto Central de Mando de las imágenes captadas por las cámaras instaladas en las diferentes paradas y a bordo de las unidades de tranvía. En esta nueva fase se han incluido también cámaras en los cruces entre la plataforma tranviaria y la calzada que permitan visualizar la intersección entre las mismas desde el PCM.

Desde el PCM se podrán realizar las siguientes acciones:

- Selección de imágenes captadas por una cámara determinada para ser visualizadas sobre un monitor determinado.
- Selección de imágenes captadas por un grupo de cámaras determinado para ser visualizadas sobre un determinado grupo de monitores.
- Secuenciamiento de las imágenes captadas sobre un grupo determinado de monitores.
- Sincronización de las cámaras con eventos o alarmas del sistema, de forma que automáticamente se seleccione la cámara que permita el seguimiento de dicho evento.
- Gestión de alarmas y anomalías que se puedan producir en el sistema.
- Grabación de las imágenes captadas por una cámara determinada (capacidad de grabación de al menos 24 horas).

- Reproducción de grabación de seguridad.

El sistema permitirá la elección de cualquier monitor del PCM para presentar una imagen, así como la concatenación de secuencias en un único monitor (creación de rondas de cámaras).

Por otro lado, a nivel de PCM, se implementarán las interfaces necesarias entre el sistema de videovigilancia y el resto de sistemas de comunicaciones de la Línea, para que cada vez que se active un interfono o una alarma de campo, la cámara más cercana muestre las imágenes asociadas al evento al operador del PCM, de forma automática.

El sistema de videovigilancia en las paradas constará principalmente de dos elementos:

- Cámaras de vídeo
 - Tipo DOMO
 - Sensor de imagen CCD
 - Objetivo: gran angular y teleobjetivo.
- Codificadores de vídeo MPEG2/4. Realizan la compresión de las imágenes de vídeo para transmitir las por la red multiservicio. En el proceso de compresión se tendrán en cuenta aspectos como la calidad deseada, resolución, latencia, movimiento y distorsión de la imagen.
- Grabador de vídeo sobre los servidores del PCM. Capacidad de grabación de imágenes en el PCM que se iniciará de forma manual, mediante órdenes del operador, o de forma automática, en caso de producirse alguna alarma.

2.6. Sistema de información al viajero

El Sistema de Información al Viajero estará formado a su vez por tres subsistemas:

- Sistema de Megafonía
- Teleindicadores
- Sistema de Interfonía

2.6.1. Sistema de megafonía

El sistema de megafonía permitirá la difusión en las paradas de mensajes de información emitidos desde el PCM. Fundamentalmente, se empleará como medio de apoyo a la explotación, ya que se utilizará para la emisión de avisos sobre incidencias del tranvía tales como interrupciones del servicio, cambios de horario, etc. Por este motivo estará muy focalizado al ámbito de la parada.

Todo el sistema será telemandado desde el PCM de forma que se pueda:

- Disponer de información del estado de la instalación en el ámbito de la parada.
- Seleccionar las zonas donde se quieran difundir las fuentes sonoras.
- Seleccionar la fuente sonora.

Los mensajes de megafonía a transmitir podrán ser de dos tipos:

- Mensajes de voz en tiempo real. Éstos se transmitirán por la red como voz codificada sobre IP (VoIP)
- Archivos de audio preprogramados (por ejemplo archivos en formato WAV, MP3 o WMA)

El equipo de megafonía a instalar en las paradas estará compuesto por:

- Unidad amplificadora/conversora
- Proyector acústico omnidireccional de 15W de potencia.

2.6.2. Teleindicadores

En las paradas de la línea se instalarán teleindicadores para proporcionar información de interés a los usuarios del tranvía. Fundamentalmente la información que se presentará a través de los teleindicadores será de tres tipos:

- Destino del próximo tranvía y tiempo restante para su llegada
 - Cualquier incidencia relativa al servicio, así como la emisión de mensajes de seguridad, publicidad, etc.
 - Hora local y temperatura

Los mensajes que se mostrarán en los teleindicadores serán transmitidos de forma automática desde el Puesto Central de Mando mediante la aplicación de control del Sistema de Información al Viajero. En caso de ser necesario, dichos mensajes también podrán ser introducidos manualmente desde los puestos de operador del PCM.

2.6.3. Sistema de interfonía

El Sistema de Interfonía tiene como objetivo permitir la comunicación de los usuarios en las paradas con los operadores del Puesto Central de Mando. Esta comunicación se producirá tanto para la petición de ayuda en caso de accidente o emergencia como para la petición de información general, tal como horarios, recorrido del tranvía, etc.

Se instalarán en cada parada dos puestos integrados de interfonía, junto a las máquinas canceladoras del sistema de billeteaje, de forma que si hubiera algún problema durante la validación de un billete los

interfonos estén fácilmente accesibles para la petición de ayuda. Cada uno de los puestos constará de dos interfonos, uno para emergencias y petición de información y un segundo a una altura inferior para minusválidos.

Las llamadas iniciadas desde los interfonos de parada serán recibidas en el Puesto Central de Mando, desde el cual se podrá observar el estado de los mismos e identificar el origen de las llamadas.

2.7. Sistema de cronometría

El Sistema de Cronometría permitirá uniformizar la información horaria en el conjunto de la red a partir de un origen de tiempos único que facilite las labores de explotación, a la vez que proporcione información adicional a los usuarios.

Los elementos para los cuales será fundamental la existencia de una referencia de tiempos única son:

- Máquinas expendedoras de billetes y canceladoras
- Autómatas (PLC's) de control
- Teleindicadores
- Servidores de aplicaciones y datos

El sistema de cronometría estará formado por los siguientes elementos:

- Antena receptora de la señal codificada de los satélites GPS, perteneciente a la referencia de tiempo.
- Servidor Maestro de Cronometría. Servidor NTP instalado en el PCM que se utilizará para la sincronización de los clientes NTP, garantizando una precisión de 1 ms.
- Cliente/Servidor Local de Cronometría que obtendrá la referencia de tiempos del Servidor Maestro y la distribuirá a todos los equipos de la parada.

2.8. Sistema de billeteaje

El Sistema de Billeteaje del Metro Ligerero de Sevilla permitirá a los pasajeros la obtención de los títulos de transporte. Además, permitirá tener el control de estos y conocer el estado de operatividad del sistema de forma remota, mediante la integración de estos equipos en el PCC.

Estos procesos deben realizarse de forma sencilla para el usuario y deberán ser de alta fiabilidad, dado que los fallos en este tipo de elementos comprometen la imagen del Metro Ligerero de Sevilla.

Todos los equipos del sistema de Billeteaje permitirán su uso a personas de movilidad reducida.

El sistema estará preparado para distinguir distintos tipos de títulos, todos ellos compatibles con los empleados en el resto de la red de transporte público de Sevilla. De este modo se facilitará la integración tarifaria parcial mediante los títulos de transporte comunes.

El pago de los títulos de transporte se podrá realizar con billetes, monedas y tarjetas de crédito y sin contacto. En el caso de los dos primeros, la máquina deberá devolver el cambio.

Se implantará el sistema de billeteo basado en banda magnética, dejando el sistema abierto a la próxima renovación del sistema a tarjeta sin contacto, con el objetivo de mejorar la accesibilidad del

transporte público, diversificar el sistema tarifario, reducir costes de adquisición y mantenimiento de los equipos de cancelación y validación, mejorar el control del fraude, hacer más fiable los datos de explotación y mejorar los estudios de movilidad.

Se implantará el sistema de "Cancelación Previa", mediante el cual se reduce la duración del viaje.

Se propondrá la instalación de un Punto de Información y Venta (P.I.V.) para administrar la futura utilización de la tarjeta sin contacto.