

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA FERROVIARIA DE ALTA VELOCIDAD VALENCIA-CASTELLÓN. FASE II

ANEJO Nº 12. INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. INSTALACIONES DE SEGURIDAD	2
2.1 INTRODUCCIÓN.....	2
2.2 ENCLAVAMIENTOS	2
2.2.1 Tecnología de los enclavamientos	3
2.2.2 Configuración	3
2.2.3 Seguridad en los enclavamientos	4
2.3 BLOQUEOS.....	5
2.3.1 Señales de bloqueo	5
2.3.2 Señales intermedias en los PBLs.....	5
2.3.3 Mando de establecimiento de un bloqueo.....	5
2.4 PROTECCIÓN AUTOMÁTICA DEL TREN (ATP).....	6
2.5 TELEMANDO.....	6
2.6 SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	6
3. TELECOMUNICACIONES	7
3.1 INTRODUCCIÓN.....	7
3.2 INFRAESTRUCTURA	7
3.3 TELEFONÍA FIJA	8
3.4 RADIOTELEFONÍA TREN-TIERRA.....	8
3.5 OTROS SISTEMAS.....	9
3.6 DATOS.....	9

1. INTRODUCCIÓN

El tramo Valencia- Castellón objeto de este Estudio Informativo, se ha diseñado teniendo en cuenta los criterios establecidos en el Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviaria.

Esta línea estará dotada de las instalaciones de seguridad y comunicaciones para la circulación a las velocidades de diseño con Bloqueos Automáticos Banalizados B.A.B.

El sistema de ATP de protección de tren establecido será el ETCS (European Train Control System) nivel 2, respaldado por uno de nivel 1.

Los tres niveles ETCS previstos están diferenciados en función de los medios de transmisión y detección empleados:

- ✓ El nivel 1 del ERTMS emplea sólo Eurobaliza y Euroloop. Los trenes son detectados por circuitos de vía. La información del estado de las señales es transmitida de forma puntual a los trenes a través de las Eurobalizas. Utilizando el Euroloop o la radio infill, es posible adelantar posibles cambios en el aspecto de la señal precedente para evitar la entrada de la curva de frenado cuando la señal cambia a un aspecto permisivo.
- ✓ El nivel 2 emplea como sistema de transmisión principal el sistema GSM-R y Eurobalizas. La detección del tren sigue recayendo en circuitos de vía por lo que el cantonamiento es fijo. La Eurobaliza sólo transmite información pasiva (punto kilométrico, gradiente de la vía, etc.), siendo la información de seguridad relativa al cantonamiento transmitida a través de la red GSM-R.
- ✓ El nivel 3 emplea GSM-R y Eurobalizas para definir la localización a lo largo de la vía, pero la función de determinar la posición real del tren se realiza a bordo, y no en circuitos de vía, ya que la integridad del tren la asegura el propio tren. Este nivel permite la implementación de cantones móviles.

Estos dos últimos niveles se basan en el uso del sistema radio tren-tierra GSM-R para asegurar los intercambios de información, y en el empleo de balizas en la vía que permitan a los trenes reubicarse periódicamente.

Con toda la información del conjunto de trenes en circulación, se hace llegar a cada uno de ellos la autorización de circular hasta la última posición transmitida a la vía por el tren precedente.

El conductor está informado en todo momento del campo libre de que dispone delante del tren por una pantalla que le indica: velocidad de tren, velocidad máxima a no rebasar en cada instante teniendo en cuenta la distancia que le separa del tren precedente, el perfil de la línea, las posibilidades de frenado de su material, etc.

En el caso de que el conductor rebase la velocidad prescrita, un automatismo de control obliga a frenar.

Este sistema de señalización se fundamenta en un refuerzo de los intercambios de información entre tierra y tren. Las balizas deben proporcionar al tren su posición precisa en la línea. La radio debe permitir a cada tren facilitar regularmente su posición, y el equipamiento fijo actualiza, con la mayor frecuencia posible, la nueva posición del tren precedente.

Asimismo, cada tren debe proporcionar al equipamiento fijo toda la información sobre su posición y longitud. Estos equipos indicarán en cada tren, de retorno, la posición precisa hasta la que puede circular sin riesgo de alcanzar al tren que le precede.

Las instalaciones fijas de este nuevo sistema son mucho menos complejas que las tradicionales ya que carecen de equipamientos eléctricos a lo largo de la vía (cimientos de vía, ni paneles de señalización). Únicamente algunas balizas (que no necesitan alimentación de energía ya que son telealimentadas al paso del tren) precisan mantenimiento a lo largo de la vía.

Es necesario poner en servicio estaciones repetidoras de radio para establecer las conexiones continuas entre los móviles y tierra.

En este Anejo se describen los diferentes elementos que componen las instalaciones de seguridad y comunicaciones en la línea:

- Señalización:
 - Enclavamientos electrónicos
 - Bloqueos Automáticos Banalizados
 - Sistemas de Protección Automática de Trenes (ATP)
- Telecomunicaciones:
 - Red GSM-R
 - Telefonía

- Otros sistemas

Todo el sistema de instalaciones de seguridad y comunicaciones deberá comprender todas las redundancias necesarias, para evitar, por ejemplo, que el sistema tome decisiones no seguras por una recepción de datos deficiente; incluso deberá haber equipos duplicados, uno activo y otro en reserva, en caso de avería.

2. INSTALACIONES DE SEGURIDAD

2.1 INTRODUCCIÓN

La absoluta seguridad y protección que se exige a la circulación ferroviaria se ve incrementada en el caso de la alta velocidad dado que los tiempos de reacción, tanto de los equipos como del personal humano, implican unas mayores distancias recorridas, lo que influye en las longitudes de frenado o en la apreciación de la señalización lateral, por ejemplo.

Por ello se entiende rápidamente que este tipo de circulaciones necesita un sistema de señalización que integre los enclavamientos de la línea junto con el sistema de ayuda a la conducción (conducción automática).

Los enclavamientos controlan que se realicen los itinerarios marcados de forma segura en los distintos puestos de explotación. Es el único sistema que contiene señalización lateral.

Las funciones de bloqueo están contenidas en el sistema de ayuda a la conducción, así como la banalización de la línea.

El sistema contará con un sistema ATP (Protección Automática del Tren) que vigile en todo momento la conducción, regulando el proceso de frenado, de forma que no se permita que el tren circule a una velocidad superior a la permitida en ese punto.

En los apartados siguientes se describen todos los sistemas anteriores.

2.2 ENCLAVAMIENTOS

Los enclavamientos son los sistemas de seguridad encargados de mover las circulaciones dentro del límite de una estación, entre las señales de entrada.

Mediante los enclavamientos se realiza el establecimiento de los itinerarios y de las maniobras de los trenes que estén en el ámbito interno de las estaciones, apartaderos y puestos de banalización (PB).

Se controla la circulación a través de los by-pass con otras líneas y en los bloqueos entre los puntos anteriores, incluyendo el control de las señales de los puestos de banalización, y el control y el mando de los elementos y aparatos de campo.

Pueden ser telemandados desde uno o varios puestos remotos, a los que transmitirán la información necesaria para la representación de elementos y aparatos.

Los enclavamientos proporcionan también la información necesaria al sistema ATP/ATC (sistemas de protección del tren) para que éste lleve a cabo las funciones de control y protección de los trenes que circulan por la línea.

Los Sistemas de Protección del tren incluyen todo el equipamiento necesario para proporcionar un sistema ERTMS nivel 2, un sistema de respaldo ERTMS nivel 1 y un equipamiento ASFA para funcionamiento degradado o trenes no equipados con ERTMS.

La Directiva Europea 96/48/CE estableció en 1996 la base para la introducción del sistema ETCS y definió las especificaciones que todo sistema debe cumplir para garantizar la interoperabilidad. El ETCS, junto con el sistema vía radio móvil GSMR y los sistemas estándar europeos de gestión de tráfico, conforman el sistema de gestión europeo de tráfico ferroviario ERTMS (European Rail Traffic Management System).

La normativa de aplicación en la actualidad es la STI contrôle commande definida por la directiva 2008/57/CE del 17/06/08.

El estándar europeo ERTMS/ETCS posibilita la interoperabilidad técnica, normalizando las funciones de control y protección del tren y las interfaces de intercambio de información entre los equipos embarcados en el tren y la infraestructura de la vía.

El sistema ERTMS/ETCS, en sus dos niveles de operación, recibirá la información necesaria para realizar su función directamente de los enclavamientos, a través de canales independientes de los que se usen para el control de las señales luminosas. El sistema ASFA tomará la información necesaria de dichas señales.

El equipamiento fijo para el nivel de operación 1 de ERTMS/ETCS se compondrá básicamente de:

- Eurobalizas y dispositivos infill
- Codificadores

La disposición de señalización lateral y eurobalizas es una cuestión que deberá ser abordada en fases posteriores de estudio, en coordinación con las autoridades ferroviarias nacionales.

La funcionalidad ERTMS / ETCS nivel 2 cumplirá las especificaciones de requisitos del sistema ERTMS / ETCS.

La lista aplicable de especificaciones obligatorias del sistema ERTMS se define a día de hoy en el anexo de la decisión de la Comisión 2010/79/CE.

Los elementos proyectados del Sistema ERTMS para el nivel de operación 2 son los siguientes:

- RBCs (Radio Block Centre) que controlen toda la Sección internacional.
- Un Puesto Central de ERTMS integrado en un Centro de Regulación Control a definir.
- Se deberá contemplar la funcionalidad de control local o centralizado de las LTV (limitaciones técnicas de velocidad) así como sistemas de ayuda al mantenimiento, equipo de control de interfaces y registrador jurídico.
- Posibles interfases con sistemas ERTMS colaterales existentes:
- Se tiene que considerar la ingeniería, integración, pruebas y puesta en servicio de definición e implementación acorde con las reglas operacionales y de ingeniería nacionales del interfase de ERTMS Nivel 2, uno por cada lado de la línea.
- También se tiene que considerar el hardware, ingeniería, integración, pruebas y puesta en servicio de definición e implementación acorde con las reglas de ingeniería de ADIF/RFF de una interfaz para comunicar LTV (Limitaciones Temporales de Velocidad) de Nivel 2 con otros sistemas colaterales.

2.2.1 Tecnología de los enclavamientos

La tecnología de los enclavamientos será electrónica, limitando el uso de relés a aquellos casos en los que sean necesarios para el mando y control de elementos específicos.

La denominación genérica que se empleará para el enclavamiento electrónico será ENCE (enclavamiento electrónico).

El diseño de estos enclavamientos electrónicos se realiza en base a los siguientes criterios:

- Máximo nivel de seguridad.
- Alta disponibilidad mediante el uso de arquitecturas redundantes.
- Modularidad, que permita una fácil ampliación, tanto funcional como geográfica.
- Conexiones entre módulos separados geográficamente a través de interfaces series redundantes.
- Funcionamiento en modo local o telemandados, pudiéndose realizar el telemando desde varios puestos remotos.
- Sistema de ayuda al mantenimiento que facilite la diagnosis y localización de averías y el mantenimiento.
- Fácil adaptabilidad a los futuros avances tecnológicos que favorezcan la rentabilidad del sistema.
- Interfaces adaptados a estándares internacionales que permitan la conexión con equipos comerciales para el intercambio de información no vital.

2.2.2 Configuración

La configuración de los enclavamientos estará determinada, fundamentalmente, por los factores que afectan a la flexibilidad de la explotación, disponibilidad de la instalación y su mantenimiento.

Se podrán establecer configuraciones diferentes en función de la zona de control del enclavamiento y de la ubicación del mismo a lo largo de la línea, en estaciones, apartaderos o puestos de banalización.

La zona de control de cada enclavamiento electrónico dependerá de la capacidad de control del mismo y determinará, a su vez, el número de enclavamientos a equipar.

Si la zona de control del enclavamiento es pequeña (por ejemplo, un PB y parte de los bloqueos con los colaterales), el número de enclavamientos a instalar será superior que si se eligen zonas de control mayores (por ejemplo, un enclavamiento que controle varios PBs y apartaderos). Ahora bien, las incidencias que se produzcan tienen una repercusión distinta en cada caso, especialmente en aquellos casos en que el enclavamiento completo queda fuera de servicio.

Por lo tanto, se consideran dos posibles configuraciones en función de la capacidad de control del enclavamiento, entendiéndose que aquella que se elija será la que se implemente a lo largo de toda la línea con las adaptaciones que se requieran en cuanto a equipamiento en función de los condicionantes de cada situación:

Configuración 1:

- Un enclavamiento electrónico en cada estación, apartadero y PB, con su correspondiente mando local.
- La zona de control comprendería la propia estación, apartadero o PB y una parte o la totalidad del bloqueo entre la estación, apartadero o PB y sus colaterales.

Configuración 2:

- Un enclavamiento electrónico en cada estación, y en determinados apartaderos, con su correspondiente mando local.
- La zona de control comprendería la propia estación o apartadero, y varios apartaderos y PBs colaterales con sus correspondientes bloqueos. A fin de reducir el efecto de los fallos del enclavamiento en la circulación, no es aconsejable que la zona de control supere los 60 – 65 km aproximadamente.

Con objeto de que los tiempos de proceso de los enclavamientos sean lo más pequeños posible, en ningún caso se admiten configuraciones del tipo de dos o más enclavamientos de tamaños inferiores interconectados entre sí para controlar cada una de las zonas citadas y los bloqueos asociados.

El dimensionamiento del enclavamiento se establecerá en función de la zona a controlar y del número de movimientos previstos. Incluirá todos los movimientos simples posibles dentro de su zona de control, y también movimientos compuestos formados por varios movimientos simples.

Los enclavamientos se proyectarán, tanto en lo que respecta al hardware como al software, de forma que permitan una fácil ampliación futura, añadiendo a la configuración existente el equipamiento que se requiera para la misma. Por ejemplo, el enclavamiento que se instale en un puesto de banalización tendrá capacidad para asumir la ampliación del mismo a un apartadero sin desechar la arquitectura empleada.

El enclavamiento podrá admitir entradas provenientes de elementos de vigilancia y supervisión instalados a lo largo de la línea y transferir esa información al sistema de protección del tren (ATP/ATC).

2.2.3 Seguridad en los enclavamientos

El nivel de seguridad de los enclavamientos electrónicos se garantizará mediante alguna de las técnicas siguientes:

- Equipos redundantes de hardware, mediante una configuración de varios ordenadores o microprocesadores trabajando en paralelo.

- Mecanismos de control eficaces en las comunicaciones entre módulos, subsistemas o enclavamientos colaterales para la detección de errores que se produzcan en la transmisión.

Las funciones mínimas que debe tener el ENCE para cumplir los objetivos de seguridad son:

- Tienen que pasar a un estado seguro conocido al detectarse un fallo dentro de sí mismo.
- Autocomprobación. Los microprocesadores utilizados en procesos vitales efectúan comprobaciones continuas de todos sus componentes: autocomprobación de la CPU, de las EPROMs, de las RAMs, convertidores, y resto de elementos implicados, para verificar su correcto funcionamiento. Las rutinas de auto-test internas cíclicas permiten la detección de errores.
- Degradación parcial. Cuando ocurre un fallo en cualquier entrada o salida vital, el sistema la aísla. El aislamiento de entradas o salidas individualmente permite que el sistema siga funcionando, quedando solamente limitado al efecto del fallo.
- Comprobación de interfaces entre módulos para garantizar una comunicación "segura", aunque dichas interfaces sean redundantes.
- Mecanismos de protección de los telegramas serie. Se intercambian los distintos módulos, mediante códigos adecuados de protección de errores.

Las condiciones anteriores se refieren fundamentalmente al proceso de diseño y desarrollo del enclavamiento. Deberán justificarse, además, las medidas adicionales que deben adoptarse durante el ciclo de vida completo del sistema para mantener el nivel de seguridad requerido, especialmente en lo referente a:

- Planificación de la Instalación.
- Control de calidad de la instalación.
- Pruebas de aceptación
- Un mantenimiento adecuado, detallando las tareas necesarias y su periodicidad para conseguir, además de la disponibilidad necesaria, el nivel de seguridad requerido.

2.3 BLOQUEOS

El control del tráfico entre estaciones, apartaderos y PBs de la línea estará garantizado por medio de los bloqueos automáticos banalizados.

El bloqueo automático banalizado permitirá circulaciones sucesivas en el mismo sentido de circulación, pudiéndose cambiar éste en función de las necesidades de explotación cuando el trayecto solo se pueda realizar a través de un mando especial de inversión del bloqueo. Aunque por criterios de explotación uno de los dos sentidos será el prioritario, la funcionalidad será la misma para ambos.

El bloqueo podrá establecerse por mando directo o automáticamente al establecer el itinerario de salida de la estación, apartadero o PB, siempre que se den las condiciones necesarias, sin ninguna intervención de la estación colateral de destino.

El equipamiento necesario para la funcionalidad correspondiente a los bloqueos estará integrado en el propio enclavamiento, sin necesidad de instalar equipos específicos adicionales. Cuando el trayecto pertenezca a dos enclavamientos distintos, se asegurará la misma funcionalidad a través del intercambio de información entre los mismos.

El enclavamiento incorporará todos los mandos e indicaciones específicos del bloqueo que se incluyen en la norma SV-01 de RENFE para sistemas videográficos y telemandos y los específicos de AVE, así como la norma de interconexión entre enclavamientos y telemandos.

2.3.1 Señales de bloqueo

Las secciones de vía del bloqueo estarán protegidas por señales virtuales. Estas señales ficticias existen a efectos del enclavamiento y del sistema de protección del tren, y establecen posibles puntos de parada del tren. El enclavamiento informará del estado de estas señales al RBC, que establecerá puntos de parada cuando estén cerrados. En la vía, en la sección correspondiente a la ubicación de la señal, sólo hay un cartelón que marca el punto de parada del tren, que se situará a una cierta distancia de deslizamiento del límite de la sección de vía.

Habrán señales virtuales para ambos sentidos de circulación y tendrán una representación específica en las imágenes videográficas del ENCE, y los mandos correspondientes para abrirlas o cerrarlas. Existirá un mando que permita abrir o cerrar todas las señales virtuales del bloqueo. Además de visualizar su estado en el mando local del ENCE, éste proporcionará dicha información a los puestos de mando remotos en los CTCs y puestos de mando auxiliares.

Las señales virtuales tienen dos aspectos: Parada y vía libre para trenes bajo supervisión ERTMS nivel 2, refiriéndose esto a la sección de vía que protegen.

La señal virtual indicará parada en los siguientes casos:

- La sección de vía que protege está ocupada por otro tren.
- El bloqueo no está establecido.
- El bloqueo está establecido en sentido contrario.
- Se ha producido alguna anomalía en el bloqueo.
- Se ha ejecutado un mando de cierre de señal. La señal permanecerá cerrada hasta que se ejecute el mando de apertura correspondiente.

La señal indicará vía libre cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- Está establecido el bloqueo en el sentido correspondiente, y normalizado.
- La señal no ha recibido un mando de cierre.
- La sección de vía que protege está libre.

2.3.2 Señales intermedias en los PBLs

El tratamiento de estas señales es similar al de las señales virtuales en cuanto a los aspectos de parada y vía libre para trenes bajo supervisión ERTMS nivel 2.

Adicionalmente, la señal podrá tener las siguientes indicaciones:

- Vía libre hasta la siguiente señal, cuando esté establecido el bloqueo en sentido correspondiente y libre todo el trayecto hasta aquella, exigiéndose como requisito adicional que dicha señal no indique parada.
- Autorización de movimiento con marcha limitada.

2.3.3 Mando de establecimiento de un bloqueo

Cuando se solicite el establecimiento de un bloqueo de la vía principal en el sentido requerido, el enclavamiento rechazará el mando en los siguientes casos:

- Si hay establecido un bloqueo en sentido contrario.
- Si no está establecido el bloqueo, pero hay algún tren en el trayecto, por ocupación intempestivas de algún circuito de vía

2.4 PROTECCIÓN AUTOMÁTICA DEL TREN (ATP)

Para líneas de velocidades superiores a 160 km/h es necesario incrementar los sistemas de seguridad con elementos que impidan el error humano del maquinista ya que los tiempos de reacción tanto de los equipos como del personal y los problemas de apreciación de la señalización lateral implican recorrer grandes distancias, lo que obligaría a aumentar las longitudes de frenado a cantidades inadmisibles. Estos elementos se denominan Protección Automática de Trenes (ATP).

Los Sistemas de Protección del tren incluyen todo el equipamiento necesario para proporcionar un sistema ERTMS nivel 2, un sistema de respaldo ERTMS nivel 1 y un equipamiento ASFA para funcionamiento degradado o trenes no equipados con ERTMS.

El ATP puede completarse con un sistema de conducción automática (ATO) que permite la conducción automática sin intervención del maquinista. De manera que las actuaciones sobre el material rodante son realizadas por un "autómata" que sigue las indicaciones que recibe del ATP. A nivel de vía hay que reforzar las instalaciones de ATP con sistemas de precisión del punto de parada.

El sistema de ATP que debe instalarse será del tipo de supervisión y transmisión continuas. Son válidos sistemas que utilizan bucles de cable o los propios circuitos de vía como medio de comunicaciones entre la vía y el tren.

La gestión del sistema de ATP se centraliza en el Puesto Central de Control y se relaciona directamente con el telemando de señalización.

A través de la gestión centralizada se pueden variar las marchas tipo de los trenes adaptándolas a los horarios comerciales, actualizar las condiciones de circulación (límites de velocidad, etc.), modificar los puntos de parada y recibir alarmas del sistema.

2.5 TELEMANDO

Todas las instalaciones de señalización se telemandan desde un Puesto Central.

El Puesto Central se comunica con cada puesto a través de los sistemas de transmisión existentes con rutas alternativas para aumentar la fiabilidad del conjunto.

La función básica es el seguimiento de los trenes (qué trenes y dónde están). Sobre esta base se elaboran horarios, itinerarios automáticos, etc.

El sistema central se compone de una red de ordenadores duplicados por fiabilidad que se encargan de forma distribuida de las funciones de:

- Comunicaciones.
- Proceso de datos.
- Representación de imágenes

La información que se representa en los puestos de operador son básicamente las siguientes:

- Representación esquemática de la línea, donde se dibujan todos los circuitos de vía, aparatos de vía y señales.
- Ocupación de vías.
- Itinerarios establecidos.
- Indicaciones de las señales.
- Número del tren.
- Desviaciones respecto a horario.
- Rotulación de todos los elementos.

En el Puesto Central además del telemando de las instalaciones de señalización se integran los siguientes sistemas:

- Telemando del sistema de alimentación consumidores en línea.
- Terminal del sistema de Conducción Automática.
- Sistema de detección de cajas calientes.
- Sistema de Teleindicadores, megafonía, CCTV.
- Sistema de Radio Comunicaciones con el tren.
- Alarmas (contraincendios, intrusismo, obstáculos en la vía, etc.).

2.6 SUMINISTRO DE ENERGÍA

Las instalaciones de seguridad y comunicaciones necesitan un suministro de energía de alta disponibilidad.

Los equipos de suministro de energía se ubicarán principalmente en los edificios técnicos de las estaciones, apartaderos y puestos de banalización, que se encuentran a lo largo de la línea, realizándose desde los mismos una distribución a los elementos de campo que lo precisen; se prevé para ello una red de distribución mediante un cable de energía a lo largo de la canaleta o canalización.

El subsistema de energía se dimensionará para admitir una carga de 1,5 veces la nominal.

El subsistema de energía dispondrá de mecanismos de diagnosis de averías, indicaciones y alarmas que se integrarán en el sistema de ayuda al mantenimiento.

Cada edificio técnico recibirá dos acometidas de energía:

1. Una monofásica que proviene del sistema de catenaria a través de un transformador de 25 kV/220 Vac. Esta acometida será suministrada por la técnica de electrificación. Será la acometida principal que se usará normalmente para alimentar toda la instalación.
2. Otra trifásica que proviene de:
 - La red pública en las estaciones comerciales.
 - Un grupo electrógeno en el resto de los edificios técnicos.

El equipamiento de energía incluirá un dispositivo de conmutación automática para pasar de la red de suministro principal a la de reserva en caso de ausencia de la primera, arrancando automáticamente el grupo electrógeno donde exista. El dispositivo de conmutación volverá a conectar la red principal cuando se reponga el suministro en la misma y parará el grupo.

3. TELECOMUNICACIONES

3.1 INTRODUCCIÓN

El sistema de telecomunicaciones deberá soportar las siguientes funciones:

- Telefonía:
 - Escalonada entre estaciones.
 - Automática.
 - Selectiva.

- De Señales.
- Telemando:
 - C.T.C.
 - Subestaciones. Teleindicadores. Cronometría.
- Megafonía:
 - Local.
 - Desde el Puesto de Mando.
- GSM-R.
- Otras transmisiones de datos.
- Centralización y Difusión de vídeo.

Para dar servicio a todos los sistemas enumerados, se hace imprescindible dotar a la línea de una red de transmisión por fibra óptica.

La configuración podría corresponder a un anillo ocupando dos fibras del cable general de fibras para uso ferroviario. La configuración se completará con un cable de comunicaciones metálico como medio alternativo.

Sobre esta red troncal se transporta el tráfico de las redes de conmutación de voz y datos IP, así como de los sistemas de señalización ferroviaria y otros sistemas a desplegar a lo largo de la línea.

Todos los cables de las instalaciones de comunicaciones tendrán un factor de reducción adecuado para prevenir perturbaciones en la transmisión de las señales debidas a la electrificación a 25 kV c.a.

Se dotará de nodos de comunicaciones a todas las estaciones e instalaciones que necesiten acceso a la red de datos, como el caso de las subestaciones.

3.2 INFRAESTRUCTURA

Debe existir una infraestructura redundante en la red de canalizaciones para independizar la explotación de las dos vías. Las telecomunicaciones utilizarán esta misma infraestructura para diseñar sus medios redundantes.

Se tenderán dos cables de fibra óptica (una por cada canalización) en un mínimo de 64 fibras ópticas cada uno de ellos. Este cable será accesible en todos los puestos de explotación (estaciones, PAET, PAT y PIB).

Además, se instalarán dos cables de conductores de cobre agrupados en pares o cuadretes que servirán como rutas alternativas para determinados servicios y como soporte de sistemas repartidos por los trayectos (Tren-Tierra, Detectores de ejes calientes, detectores de obstáculos, detección de intrusos, etc.).

3.3 TELEFONÍA FIJA

El sistema telefónico que finalmente se implemente, deberá basarse en centralitas telefónicas digitales, dotadas de todo tipo de facilidades (desvío de llamada, conversaciones múltiples, etc.) y estarán situadas en los edificios técnicos, desde donde se podrá establecer una comunicación inmediata con cualquier otro punto de la línea. Además, deberá poder accederse con este sistema de telefonía, al sistema de megafonía de las estaciones.

El sistema incluye las comunicaciones con el Puesto Central, que identificará automáticamente el punto desde donde se está efectuando la llamada.

Este sistema se complementa con teléfonos fijos dispuestos a lo largo de la vía (a ambos lados) cada 1.500 – 2.000 m, conectados con el siguiente nudo mediante un cable local de línea. Este sistema será válido para equipos de obra o para personal de movimiento en caso de fallo del sistema tren-tierra. Estará conectado con el siguiente puesto de explotación y el Puesto de Mando Central.

3.4 RADIOTELEFONÍA TREN-TIERRA

Además de la telefonía el sistema de Gestión de la Explotación utiliza la comunicación directa entre el Puesto de Mando y el maquinista del tren vía radio.

El sistema a utilizar será el normalizado dentro del programa ERTMS denominado GSM-R.

El sistema GSM-R basado en el GSM del ETSI es una red de radiotelefonía móvil para uso de los ferrocarriles en las líneas transeuropeas. Proporcionará soporte para las comunicaciones de voz y datos entre los trenes y la infraestructura, así como para los servicios y necesidades asociadas a la operación y explotación de la línea.

Atendiendo a una clasificación funcional, el sistema constará de los siguientes subsistemas:

- El subsistema de estaciones base (BSS) que comprenderá un conjunto de estaciones base (BTS) conectadas y controladas por una o más controladoras de estaciones base (BSC).
- El subsistema de red y conmutación (NSS) compuesto por el centro de conmutación de móviles (MSC) conectado a:
 - Registro de localización local (HLR)
 - Centro de Autenticación (AuC).
 - Registro de localización de visitantes (VLR).
 - Equipamiento de interconexión y adaptación de protocolos con otras redes (IWF)
 - Registro de identificación de suscripciones (EIR)
 - Red inteligente (IN)
- El subsistema de operación y mantenimiento (OMSS) compuesto por:
 - Centro de Operación y Mantenimiento (OMC) con su interfaz al sistema de gestión integral de la red de telecomunicaciones (TMN).
 - Registro de Gestión de Suscripciones y Monitorización de Llamadas

Se muestra a continuación el esquema general de la red GSM-R.

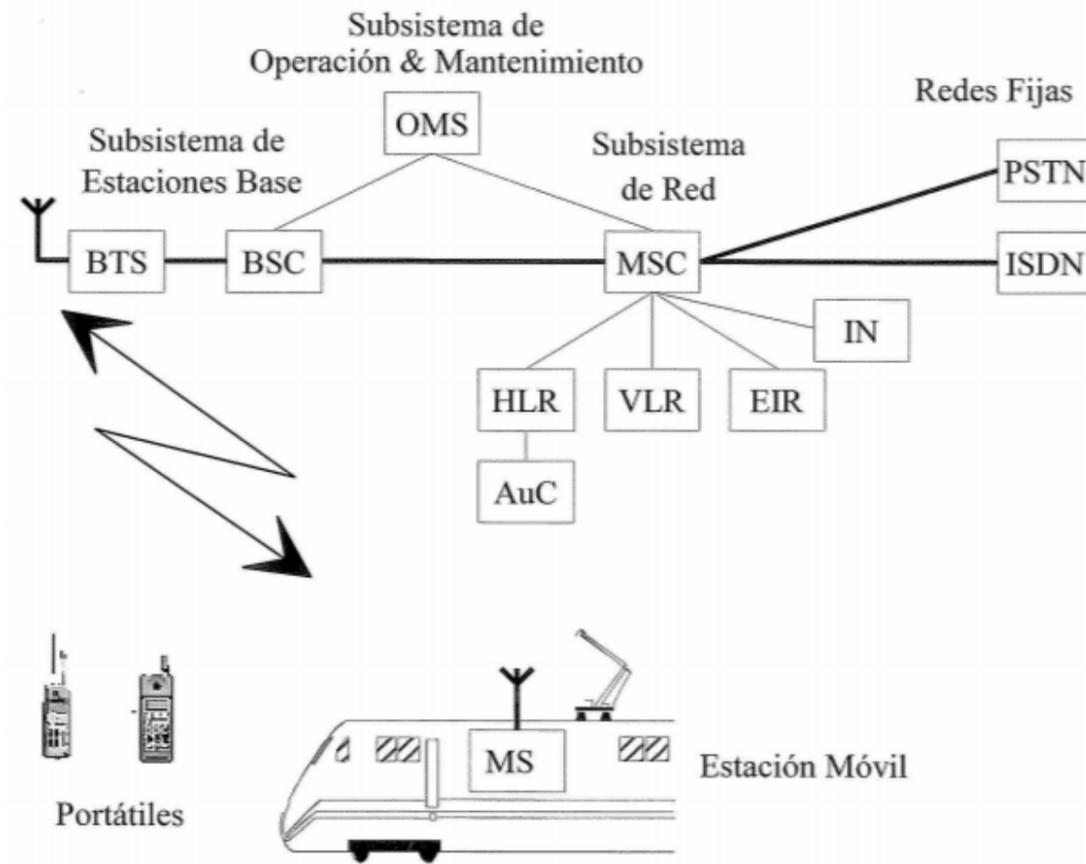


Figura 1. Esquema general de la red GSM-R.

Se tendrán en cuenta los diferentes servicios y protocolos manejados por la red GSM-R para garantizar la total transparencia en los enlaces establecidos a través de la red de telecomunicaciones.

Los servicios demandados para esta aplicación clasificándolos por transmisión de voz y datos son los siguientes:

- Servicios de datos.
 - Todos los servicios catalogados en las especificaciones de EIRENE como obligatorios para la interoperabilidad.
 - Servicios de SMS, GPRS y transmisión de fax.
 - Servicios de transmisión de datos para los sistemas de información al viajero a bordo del tren.
- Servicios de voz.

- Todos los servicios catalogados en las especificaciones de EIRENE como obligatorios para la interoperabilidad.
- Servicios funcionales de numeración y el conjunto de facilidades ASCI.
- Servicios de aplicación a la radiotelefonía móvil operacional y de vigilancia y seguridad.

3.5 OTROS SISTEMAS

Otros sistemas asociados, que aumentan enormemente la seguridad de las instalaciones de la línea son:

- Sistema de video vigilancia o circuito cerrado de televisión y el control de accesos para supervisar los distintos puntos o instalaciones críticas de la línea de todo el conjunto y garantizan las mejores condiciones de explotación.
- Detectores de cajas calientes: Se encargan de “detectar” si algún elemento de las circulaciones adquiere una temperatura excesiva (frenos o cajas de rodamiento agarrotados).
- Equipos de detección de caída de objetos, que supervisa en cada paso superior o boca de túnel la caída de objetos a la vía que pueda impedir o dificultar el paso de las circulaciones.
- Equipos de detección de viento lateral.

3.6 DATOS

Como soporte para la comunicación de datos entre todos los centros deberán contemplarse nodos de conmutación (Routers) que permitan conectarse a todas las aplicaciones necesarias, por ejemplo:

- Sistemas de gestión del tráfico.
- Sistemas de gestión de las telecomunicaciones.
- Sistemas de gestión de las redes de datos.
- Teleindicadores.
- Detectores de cajas calientes.
- Redes LAN de gestión.
- Sistemas de vigilancia.

Los nodos de conmutación se conectarán al sistema de transmisión digital SDH. Los enlaces se diseñarán mallados para conseguir un alto grado de fiabilidad.

Todo el sistema de instalaciones de seguridad y comunicaciones deberá comprender todas las redundancias necesarias, para evitar, por ejemplo, que el sistema tome decisiones no seguras por una recepción de datos deficiente; incluso deberán existir equipos duplicados, uno activo y otro en reserva, en caso de avería.