

**ANEJO Nº 9. INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES**

---



**ÍNDICE**

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. INSTALACIONES DE SEGURIDAD .....</b>	<b>1</b>
2.1. Enclavamientos y bloqueos.....	1
2.2. Telemando.....	2
2.3. Protección automática de tren (ATP).....	3
2.4. Suministro de energía .....	4
<b>3. TELECOMUNICACIONES.....</b>	<b>4</b>
3.1. Infraestructura .....	5
3.2. Transmisión .....	5
3.3. Telefonía automática .....	5

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo desarrolla la definición de las instalaciones de seguridad y comunicaciones necesarias para la explotación de las Alternativas propuestas en el Estudio Informativo del Ramal de Conexión Madrid - Plasencia de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Extremadura, de forma resulten compatibles con las previsiones en la planificación ferroviaria de la red.

La línea actual de ferrocarril convencional 530 de Monfragüe – Plasencia, equipa un bloque del tipo BLAU CTC, liberación automática de vía única con CTC. El sistema de seguridad es ASFA, con enclavamientos electrónicos en las estaciones de Plasencia y Monfragüe.

## 2. INSTALACIONES DE SEGURIDAD

Denominamos Instalaciones de Seguridad el conjunto de sistemas que permiten el movimiento de las circulaciones tanto en el interior de las estaciones como en los trayectos entre las mismas.

Los sistemas principales que deben considerarse en líneas de estas características son:

- Enclavamientos.
- Bloqueos Automáticos Banalizados.
- Sistemas de Protección Automática de Trenes (ATP) y Conducción Automática de Trenes (ATO).
- Telemandos de las instalaciones de Señalización.
- Sistemas de transmisión.
- Sistemas de Telefonía y datos.
- Radiocomunicación Tren-Puesto Central (Tren-Tierra).
- Sistemas de información al viajero.

- Sistemas de seguridad (contraincendios, robos, CCTV).

En este anejo se describen cada uno de los sistemas, indicando las prestaciones que deben cumplir y sus funciones más características.

Las instalaciones de seguridad ferroviaria tradicionales están formadas básicamente por:

- Enclavamientos.

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

- Bloqueos.

Son los sistemas encargados de controlar con total seguridad los recorridos entre estaciones. En nuestro caso se debe instalar un Bloqueo Automático Banalizado, que permite circular en ambos sentidos por cada una de las dos vías.

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).

El ATP puede complementarse con un sistema de Operación Automática de Trenes (ATO) que permite la conducción automática sin intervención del maquinista.

### 2.1. Enclavamientos y bloqueos

En todas las estaciones, P.A.E.T. (Puestos de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes), P.I.B. (Puestos Intermedios de Banalización), y P.A.T. (Puestos de Adelantamiento de Trenes), se instalarán enclavamientos electrónicos.

Los enclavamientos electrónicos están formados por:

- Equipos Centrales de Seguridad.

Constituyen el núcleo principal del enclavamiento. En la estructura general básica del enclavamiento electrónico central se distinguen tres niveles:

- Nivel Superior

Equipos de entrada y salida de datos encargados de la interrelación hombre/sistema. Estará formado por visualizadores de datos (monitores normalmente) y teclados para las comunicaciones de movimientos, itinerarios, etc. Puede ser a nivel local o a nivel central, mediante un sistema de telemando.

La operación del sistema debe ser de una sencillez tal que evite, en lo posible, los errores en la introducción de datos, debiendo el operador disponer en todo momento de la información que precise para confirmar el correcto funcionamiento de su actuación.

- Nivel Central

Constituye el núcleo principal del sistema. En éste radica la lógica de seguridad del enclavamiento. Supervisará las condiciones de explotación y situación del servicio, asegurando que no se produce ninguna situación contra la seguridad.

- Nivel Inferior

Son elementos que sirven de enlace con los elementos de campo (señales, agujas, circuitos de vía). También se incluyen aquí las comunicaciones de seguridad con los enclavamientos colaterales.

La transferencia de información en los tres niveles deberá demostrar una muy alta seguridad y fiabilidad. A fin de garantizar la disponibilidad del sistema, deben tomarse las medidas necesarias (duplicación de elementos fundamentales, etc.) encaminadas a que el sistema permita al menos un fallo sin verse afectado en su totalidad, incluso la duplicación del cable de transmisión entre

enclavamientos o utilización como ruta alternativa de un sistema de comunicaciones existente. Estos equipos se ubican en los Edificios Técnicos de cada Puesto.

- Detectores de presencia de tren, realizados con circuitos de vía de audiofrecuencia.
- Envían al enclavamiento información de la situación del tren. Son elementos de seguridad.
- Accionamientos eléctricos de los desvíos, con el adecuado secuenciamiento para mover el espadín.
- Cada desvío lleva un número determinado de accionamientos eléctricos. Para los desvíos de alta velocidad hemos considerado 8 motores.
- Señales laterales (señal de entrada, salida, maniobra, etc.) sólo en estaciones.
- Red de zanjas, canalizaciones y cables que une cada elemento de campo con los equipos del Edificio Técnico.

Los bloqueos banalizados se realizan entre enclavamientos colaterales. Son de tipo centralizado, es decir, la lógica está en los propios enclavamientos y se utilizan protocolos de comunicaciones de seguridad utilizando los medios de transmisión disponible. A lo largo de la vía se instalan detectores de presencia de tren realizados con circuitos de vía de audiofrecuencia. El tratamiento de la vía a nivel de explotación es como si fuesen dos vías únicas. Toda la infraestructura está separada por vía, es decir, existe una doble red de canalizaciones y una doble red de cables.

## 2.2. 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 (que trenes y donde 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 de alimentación en corriente de tracción.
- 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.).

### 2.3. Protección automática de tren (ATP)

Como ya hemos mencionado en la introducción, cuando las velocidades de circulación superan los 160 Km/h es necesario complementar las instalaciones de seguridad convencionales con un sistema de ayuda al maquinista que evite fallos de reacción que pueden ir contra la seguridad.

El Sistema de Protección Automática de Tren (ATP) es también un sistema de seguridad (tanto a nivel de las instalaciones fijas como del material rodante). Permite mediante señalización directamente en cabina que el maquinista disponga en su pupitre de control de todos los datos que necesita para la conducción con total garantía de seguridad.

El maquinista conduce guiado por la información que recibe. Todas sus actuaciones están supervisadas por un sistema de seguridad, impidiendo que éstas vayan contra las condiciones de seguridad.

El ATP puede completarse con un sistema de conducción automática (ATO). 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 continua y transmisión continua. Son válidos sistemas que utilizan bucles de cable o los propios circuitos de vía como medio de comunicaciones entre la vía y el tren. Las indicaciones mínimas que debe recibir el maquinista del ATP son:

- Distancia meta. Distancia a la que se encuentra el próximo punto de parada o de reducción de velocidad.

- Velocidad meta. Velocidad que deberá llevar el tren cuando haya recorrido la distancia que se le indica como distancia meta.
- Velocidad real.
- Límite de velocidad. Es la velocidad máxima a que debe ir en cada momento. Mediante este límite, se le indica al maquinista la curva de aceleración o frenado que debe seguir cuando se produce un cambio en su velocidad meta.

Las características específicas del ATP deben ser:

- Vista eléctrica al maquinista de al menos 10 Km de vía por delante.
- Apertura automática de puertas cuando el tren se encuentra parado en un lugar correcto.
- Aumentar la capacidad de la línea llevando los trenes separados por su distancia de frenado.
- Control de disyuntores y pantógrafos al aproximarse el tren a una zona de cambio de fase o tensión.
- Corrección de deslizamiento.
- Curvas de frenado individuales para cada tren.
- Parada de emergencia en vía contraria en caso de que un maquinista observe un obstáculo que pueda impedir la marcha en la vía contraria.

El sistema de ATP debe disponer de los siguientes datos:

- Curvas, viaductos, pendientes y rampas.
- Túneles y zonas de atmósfera contaminada.
- Zonas de cambio de fase o tensión.
- Posición exacta y longitud de tren.

- Tipo de tren con su curva de frenado y el porcentaje peso freno.
- Posición de agujas, otros trenes e indicación de señales.

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.

#### **2.4. Suministro de energía**

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

En cada puesto de explotación, donde se centralizan la gran mayoría de los equipos, debe existir una alimentación de las subestaciones de tracción (pudiendo tomarse incluso de la catenaria), una alimentación auxiliar de la red pública y una SAI para los equipos considerados de emergencia.

En caso de no existir red pública en un puesto, deberá disponerse un equipo electrógeno como alimentación auxiliar.

### **3. TELECOMUNICACIONES**

Tanto la operatividad, como las características que definen una línea de alta velocidad, marcan el diseño de las telecomunicaciones que deben instalarse.

La automatización y centralización de los sistemas que gobiernan y controlan la línea se apoyan en los sistemas integrales de telecomunicaciones. Este hecho impone una ingeniería con un alto grado de disponibilidad que debe conseguirse con técnicas de redundancias (equipos, medios físicos, enlaces, transmisión).

### 3.1. Infraestructura

Como hemos indicado anteriormente, 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..).

### 3.2. Transmisión

Como sistema de transmisión troncal (backbone) que soporte todas las necesidades de comunicaciones se deberá instalar un sistema SDH (Jerarquía Digital Síncrona) utilizando como soporte la fibra óptica.

Se considerará equipar el SDH con un STM-4 (Módulo de transmisión síncrona de nivel 4) de 622 Mbs de velocidad, que permite transportar 252 tramas de 2 Mbs (30 canales telefónicos), es decir, un equivalente a 7.560 canales telefónicos.

Sobre este sistema troncal se insertarán con los interfaces adecuados los principales servicios que se requieran (por ejemplo redes de datos WAN, ATM, FRAME RELAY), enlaces entre centralitas automáticas, canales de datos de servicios de explotación (Telemandos, Venta de billetes, etc.).

Las informaciones de las instalaciones que se encuentran en el trayecto entre los puestos con equipos técnicos se transmitirán hasta los mismos a través de los cables de cobre.

### 3.3. Telefonía automática

La gestión de la explotación a nivel de fonía estará basada en la utilización de Centrales Telefónicas Digitales, a través de las cuales se darán los servicios de:

- Telefonía de Explotación. Entendiendo como tal los servicios que caracterizan la operación ferroviaria: telefonía selectiva, circuitos de la vía, escalonado, teléfonos de señal, etc.
- Telefonía de Administración. Red de telefonía automática privada enlazada con los operadores públicos.