

# ANEJO Nº 2. SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN

Título del documento			
DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS. ANEJO Nº 2. SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN.			
Código	Fecha	Clasificación	
	Diciembre 2014	Restringido cliente	
Edición	Realizado por	Firma	Fecha
	Ángeles Monteagudo Martínez		14-12-2014
Tipo de documento	Revisado por	Firma	Fecha
ANEJO.	Juan Antonio Higuera Fernández		15-12-2014
	Aprobado por	Firma	Fecha
	Javier Serrano López		16-12-2014
Nombre del fichero			
Ruta en archivo			
Estado	Documento final		

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. RELACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES A REALIZAR .....</b>	<b>2</b>
2.1. ALCANCE .....	2
2.2. UBICACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.....	3
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN .....</b>	<b>5</b>
3.1. ENCLAVAMIENTOS ELECTRÓNICOS .....	5
3.1.1. Descripción general.....	5
3.1.2. Tecnología de los enclavamientos.....	6
3.1.3. Configuración y arquitectura.....	7
3.1.3.1. Configuración .....	7
3.1.3.2. Arquitectura.....	8
3.1.3.3. Modos de operación.....	12
3.1.4. Modo telemando centralizado. Control de Tráfico Centralizado (CTC) .....	12
3.1.5. Modo local. Mando local del enclavamiento en el Puesto Local de Operación (PLO) .....	12
3.1.6. Estructura del software.....	13
3.1.7. Especificaciones de requisitos del sistema.....	13
3.1.7.1. Aplicación.....	13
3.1.7.2. Lógica de seguridad.....	14
3.1.7.3. Mando, control y supervisión de los elementos de campo .....	14

3.1.7.3.1. Control y supervisión de los circuitos de vía .....	15	3.6.3. Características de la información almacenada .....	27
3.1.7.3.2. Mando, control y supervisión de los accionamientos y comprobadores de los desvíos .....	15	3.6.4. Integración en la Red Unificada de Señalización y Detectores .....	27
3.1.7.3.3. Mando, control y supervisión de la señalización lateral luminosa .....	16	3.7. COMUNICACIONES DE LOS SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN.....	27
3.1.7.3.4. Mando, control y supervisión de los sistemas básicos de la explotación y seguridad .....	17	3.7.1. Comunicación entre módulos del ENCE.....	28
3.2. BLOQUEOS .....	17	3.7.1.1. Comunicación entre el ENCE y el PLO.....	28
3.2.1. Interconexión entre enclavamientos .....	18	3.7.1.2. Comunicación entre el ENCE y el Registrador Jurídico .....	29
3.3. PUESTO DE MANDO LOCAL (PLO) .....	18	3.7.1.3. Comunicación entre el ENCE y el SAM Local.....	29
3.3.1. Hardware.....	18	3.7.1.4. Comunicación entre ENCE.....	29
3.3.2. Software .....	19	3.7.2. Comunicaciones con el sistema ERTMS .....	29
3.3.3. Funcionalidad .....	19	3.7.2.1. Comunicación entre el ENCE y LEU .....	29
3.4. EQUIPO DE CONTROL DE INTERFACES (PCI).....	19	3.7.2.2. Comunicación entre el ENCE y el Radio Block Center (RBC) .....	29
3.5. SISTEMA DE AYUDA AL MANTENIMIENTO (SAM).....	20	3.7.3. Comunicaciones con el equipo concentrador de detectores.....	29
3.5.1. SAM Local.....	20	3.7.4. Comunicaciones con el Puesto de Comunicaciones Intermedio (PCI).....	30
3.5.2. SAM Central.....	21	3.7.5. Comunicaciones con el Centro de Regulación y Control .....	30
3.5.3. Características del SAM .....	22	3.7.6. Comunicación SAM Local y SAM Central.....	30
3.5.4. Operatividad del SAM.....	23	3.7.7. Comunicación del SAM Central con los operarios de mantenimiento .....	30
3.5.5. Registro de información en el SAM.....	23	3.8. SEÑALES .....	30
3.5.6. Sistema de Ayuda al Mantenimiento remoto de Circuitos de Vía (SAM CV).....	24	3.8.1. Indicaciones de las señales.....	31
3.6. REGISTRADOR JURÍDICO (JRU) .....	25	3.8.2. Denominación de las señales laterales luminosas.....	31
3.6.1. Características técnicas.....	25	3.9. CIRCUITOS DE VÍA.....	32
3.6.2. Características funcionales.....	26	3.9.1. Características de seguridad.....	32

3.9.2. Características específicas de seguridad.....	32	3.12. TELEMANDO CENTRALIZADO.....	41
3.9.2.1. Dossier de Seguridad.....	33	3.13. RED DE CABLES .....	41
3.9.2.2. Tecnología.....	34	3.14. ARMARIOS Y CAJAS DE TERMINALES.....	43
3.9.2.3. Longitud de los Circuitos de Vía.....	35	3.15. CARTELONES Y PANTALLAS DE INFORMACIÓN FIJA.....	43
3.9.2.4. Condiciones de detección de presencia de tren .....	35	3.16. OBRA CIVIL AUXILIAR.....	44
3.9.2.5. Arquitectura del sistema.....	35	3.16.1. Zanjas .....	44
3.9.2.6. Configuraciones de Circuitos de Vía.....	36	3.16.2. Canaletas.....	44
3.9.2.7. Número disponible de frecuencias .....	36	3.16.3. Canalizaciones.....	45
3.9.2.8. Elementos constituyentes del Sistema.....	36	3.16.4. Arquetas y cámaras.....	45
3.9.2.9. Retorno de la corriente de tracción.....	37	3.16.5. Perchas.....	45
3.9.2.10. Inmunidad a perturbaciones .....	37	3.17. DESARROLLO DE PROGRAMACIÓN, INGENIERÍA, PRUEBAS Y PUESTA EN	
3.9.2.11. Funcionamiento en las líneas de alta velocidad.....	38	SERVICIO .....	46
3.9.2.12. Compatibilidad con otros sistemas instalados .....	38		
3.9.2.13. Mantenimiento .....	38		
3.9.2.14. Sistema de Ayuda al Mantenimiento de los Circuitos de Vía.....	38		
3.10. CONTADORES DE EJES .....	38		
3.10.1. Equipo interior o evaluador de contadores de ejes .....	39		
3.10.2. Equipo exterior o punto de detección de contadores de ejes.....	40		
3.10.3. Interfaz con el enclavamiento .....	41		
3.10.4. Comunicaciones del evaluador con los pedales detectores.....	41		
3.11. APARATOS DE VÍA.....	41		
3.11.1. Accionamientos electrohidráulicos.....	41		

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente Anejo tiene por objeto definir las obras e instalaciones, con el grado de definición suficiente para posibilitar la descripción de la propuesta de despliegue del Sistema de Señalización en el ámbito del presente Anteproyecto.

Para proyectar los sistemas de señalización, se han tenido en cuenta los datos de trazado de los diversos Proyectos de Plataforma y el esquema general de la línea. Así como, el esquema de distribución de elementos proyectados para satisfacer las necesidades de explotación. Este último esquema se incluye en el Anejo nº 1 Documentación de partida, del presente Anteproyecto.

## 2. RELACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES A REALIZAR

### 2.1. ALCANCE

De acuerdo con el objeto del presente Anteproyecto, para cumplimentar las necesidades requeridas, las obras e instalaciones que se proyectan referentes a las instalaciones de señalización, son las siguientes:

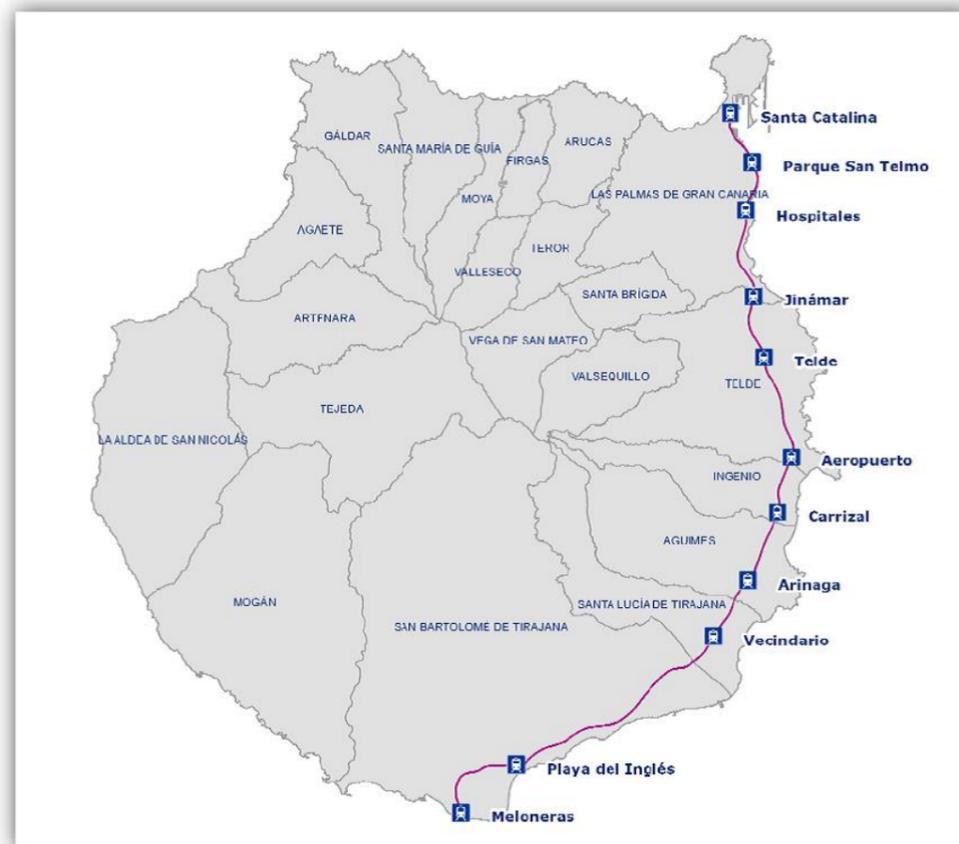
- Instalación de cuatro (4) Enclavamientos electrónicos (ENCE), en las estaciones de San Telmo, Aeropuerto, Vecindario y Playa del Inglés.
  - Instalación de Controladores de Objetos Vitales (COBJ), ubicados en la proximidad de los elementos de campo a controlar (señales, circuitos de vía, contadores de ejes, accionamientos) compuestos de tarjetas de entrada/salida vitales.
  - Instalación de un sistema videográfico de mando local (PLO) asociado a cada nuevo ENCE.
  - Instalación de un Registrador Jurídico (JRU), en cada nuevo ENCE.
  - Instalación de Sistemas de Ayuda al Mantenimiento. Se dotará a cada nuevo ENCE de un SAM Local.
  - Instalación de un Sistema de Ayuda al Mantenimiento remoto de Circuitos de Vía (SAM CV) para el mantenimiento remoto de los circuitos de vía de audiofrecuencia.
  - Bloqueos:
    - Bloqueo Automático Banalizado (BAB) entre enclavamientos del tramo comprendido entre San Telmo y Playa del Inglés.
    - Bloqueo Automático en vía Única (BAU) entre enclavamientos de los tramos en vía única, es decir, entre San Telmo y Santa Catalina, así como entre Playa del Inglés y Meloneras.
  - Instalación de señales luminosas laterales, de tecnología de focos de LED.
- Suministro e instalación de Cartelones y pantallas de información fija.
  - Instalación de un sistema de detección de tren mediante circuitos de vía de audiofrecuencia en todo el tramo, contemplándose, además, la instalación de contadores electrónicos de ejes como sistema alternativo, en los tramos de vía única.
  - Suministro e instalación de accionamientos electrohidráulicos en los desvíos del tramo.
  - Telemando de las instalaciones de señalización del tramo mediante el sistema de Control de Tráfico Centralizado (CTC).
  - Realización de obra civil auxiliar necesaria para el tendido de los cables proyectados.
  - Tendido de una red de cables para las instalaciones de señalización proyectadas.
  - Construcción de una (1) caseta técnica de señalización (PICV) para la ubicación de los equipos.

## 2.2. UBICACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

El presente Anteproyecto está constituido por la nueva línea ferroviaria entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas.

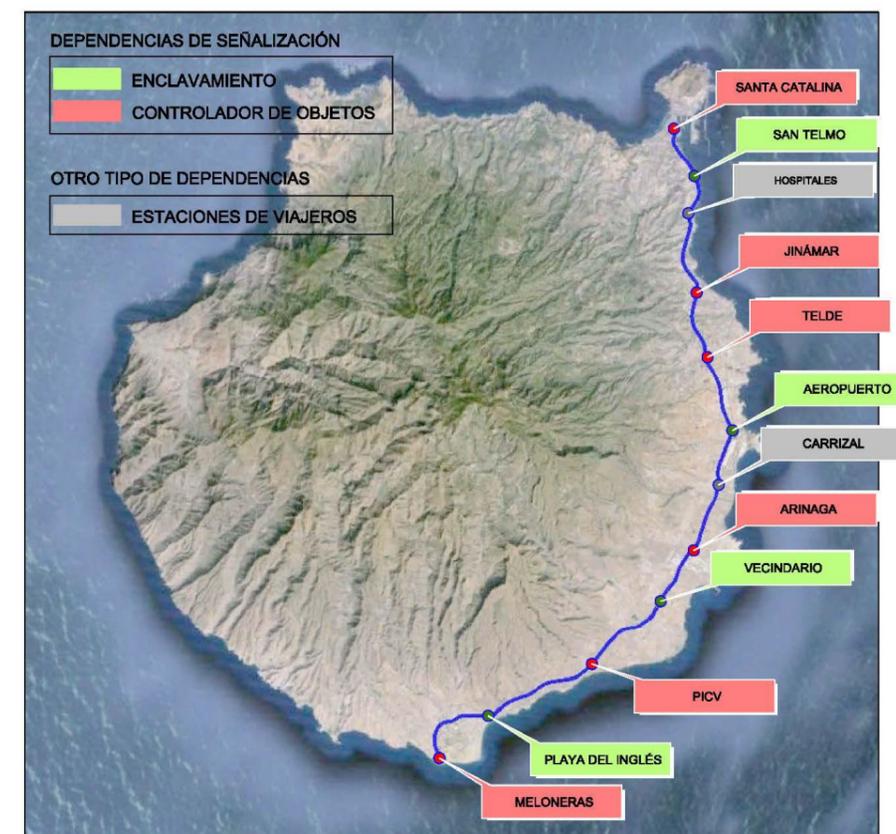
La línea está planificada en ancho internacional (U.I.C.) de 1.435 mm y tiene una longitud aproximada de 58 km, de los cuales 48 km son en vía doble y el resto en vía única.

A continuación se muestra el trazado de la línea al paso por los diferentes municipios e indicando las estaciones de viajeros:



Trazado de la línea ferroviaria Las Palmas de Gran Canaria – Maspalomas

Desde el punto de vista de las instalaciones de explotación, la relación de enclavamientos y dependencias incluidas en este tramo son las que se indican a continuación:

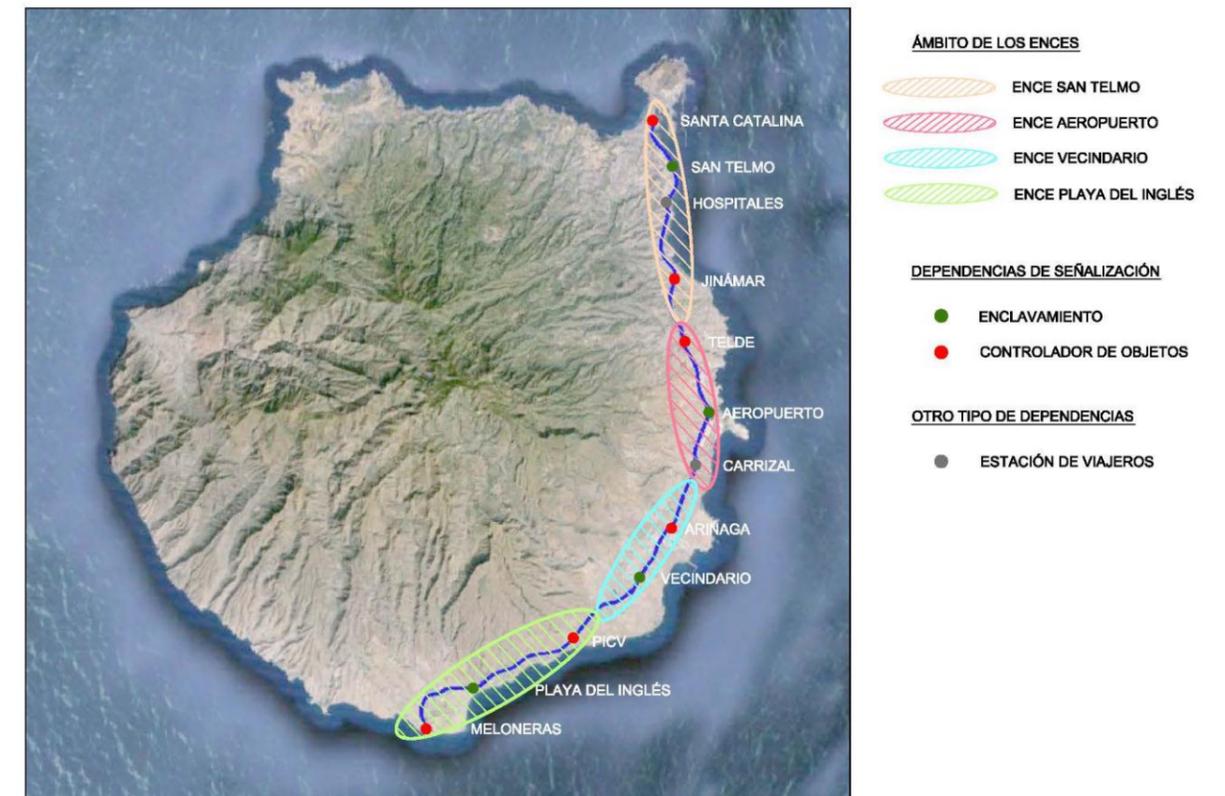


Distribución de los ENCE y las dependencias del tramo

ENCE	Dependencia	Tipo de instalación	Tipo de ubicación	Situación (pk)
San Telmo	Santa Catalina	COBJ	Cuarto técnico (estación)	0+000
	San Telmo	ENCE	Cuarto técnico (estación)	3+606
	Jinámar	COBJ	Cuarto técnico (estación)	12+849
Aeropuerto	Telde	COBJ	Cuarto técnico (estación)	17+229
	Aeropuerto	ENCE	Cuarto técnico (estación)	23+743
Vecindario	Arinaga	COBJ	Cuarto técnico (estación)	32+020
	Vecindario	ENCE	Cuarto técnico (estación)	36+220
Playa del Inglés	PICV	COBJ	Caseta de señalización	42+825
	Playa del Inglés	ENCE	Cuarto técnico (estación)	51+636
	Meloneras	COBJ	Cuarto técnico (estación)	57+517

Listado de los ENCE y las dependencias del tramo

La posición de las distintas dependencias viene determinada por el esquema de vías del tramo. Partiendo de este esquema, el diseño de la solución adoptada para el sistema de señalización da lugar a la distribución reflejada de enclavamientos y puestos secundarios a lo largo de la línea, necesarios por los condicionantes de la solución técnica considerada.



Esquema del tramo

Los equipos de señalización se alojarán en las estaciones de viajeros y caseta técnica de señalización en vía, en cuartos o locales específicos. La caseta es de nueva construcción y está incluida dentro del alcance de este anteproyecto.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN

A continuación se describen las características, arquitectura e interfaces empleados para la instalación de los Sistemas de Señalización, objeto del presente Anteproyecto, y los subsistemas y aplicaciones que forman parte de él.

#### 3.1. ENCLAVAMIENTOS ELECTRÓNICOS

##### 3.1.1. Descripción general

Se ha proyectado la instalación de nuevos enclavamientos electrónicos (ENCE) en parte de las dependencias (estaciones, apartaderos y bifurcaciones) del tramo, y los correspondientes bloqueos electrónicos entre las mismas.

De acuerdo a la configuración de la línea, en el tramo Santa Catalina – Meloneras se instalarán cuatro (4) nuevos ENCE cuya unidades centrales y PLO asociado estarán situados en los cuartos técnicos de señalización de las estaciones de San Telmo, Aeropuerto, Vecindario y Playa del Inglés.

Asimismo, se instalarán nuevos Controladores de Objetos Vitales (COBJ), dependientes del ENCE más cercano, en las siguientes dependencias:

- Santa Catalina y Jinámar, dependientes del ENCE de San Telmo.
- Telde, dependiente del ENCE de Aeropuerto.
- Arinaga, dependiente del ENCE de Vecindario.
- PICV y Meloneras, dependientes del ENCE de Playa del Inglés.

El control y el mando de los elementos y aparatos de vía, el establecimiento de las rutas y de las maniobras de los trenes que estén en el ámbito interno de las estaciones y apeaderos, la

circulación a través de las bifurcaciones y los bloqueos entre los puntos anteriores, serán realizados y asegurados por los correspondientes enclavamientos.

Para el diseño de estos enclavamientos se han proyectado enclavamientos electrónicos de última generación, basados en microprocesadores. Se han tenido en cuenta los distintos enclavamientos de este tipo implantados y aceptados por el ADIF, o en fase de aceptación, desarrollando a nivel modular cada una de las funciones básicas que dichos enclavamientos deben realizar.

Esta configuración modular permite adaptar los equipos al tamaño específico de cada enclavamiento, así como a los requerimientos de cada instalación. Asimismo, permite, mediante la adición de los elementos necesarios y sin afectar al hardware básico y fundamental, interconectarse directamente con otros sistemas que se utilizan en los enclavamientos convencionales (contactos de relés, interruptores, etc.), así como con telemandos y sistemas de bloqueo.

En cada uno de los módulos considerados como unidades de obra, se incluye como parte de los mismos los cables, enchufes e interfaces necesarios para la interconexión con el resto de los módulos, que constituyen el sistema de enclavamientos y bloqueos.

El sistema diseñado se completa con las unidades de bastidores de ubicación de módulos y bastidores de entrada/distribución de cables.

Habiéndose tenido en cuenta, como se indicaba al principio, los enclavamientos de este tipo aceptados o en fase de aceptación por el ADIF, el sistema a instalar deberá cumplir las siguientes características:

- A nivel de seguridad, debe responder a un diseño “fail safe”, asegurando que cualquier fallo en su funcionamiento sea detectado y actúe de modo que se garantice que no haya estados inseguros. Esto se consigue mediante la aplicación de las técnicas aceptadas a tal fin para los sistemas electrónicos: redundancia en el hardware de proceso (al menos 2 de 2), técnicas basadas en la diversidad con redundancia de software, información redundante mediante la duplicación del modo de representación de datos, o como es más común, con una combinación de varias de ellas.

- A nivel de fiabilidad o disponibilidad, se exige un índice MTBF superior a 1 año. Esta disponibilidad se consigue con todos los sistemas validados por el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias.
- Los requisitos funcionales y técnicos y la arquitectura que deben cumplir los enclavamientos a instalar son los que figuran en el documento de ADIF “MOE, Especificaciones de requisitos técnicos y funcionales del enclavamiento electrónico (ENCE)”. También se tendrán en cuenta las especificaciones contempladas en la Instrucción DICT-I-F-ENC-04 “Requisitos funcionales para enclavamientos L.A.V. Madrid - Levante”.
- En todos sus aspectos los enclavamientos seguirán la normativa CENELEC, muy especialmente las normas UNE-EN 50126-1 “Especificación y Demostración de Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS) para Aplicaciones Ferroviarias” Parte 1: Requisitos básicos y procesos genéricos, UNE-EN 50128 “Aplicaciones Ferroviarias. Software para Sistemas de Control y Protección del Ferrocarril” y UNE-EN 50129 “Aplicaciones Ferroviarias. Sistemas Electrónicos de Control y Protección del Ferrocarril relacionados con la Seguridad”.

Los enclavamientos proporcionan también la información necesaria al sistema ERTMS/ETCS para que éste lleve a cabo las funciones de control y protección de los trenes que circulen por la línea, e incorporan la capacidad de ser telemandados desde varios puestos remotos, a los que transmitirán la información necesaria para la representación de elementos y aparatos.

El tipo de bloqueo proyectado para el control de trenes entre los enclavamientos del tramo será, el denominado Bloqueo Automático Banalizado (BAB), comprendido entre San Telmo y Playa del Inglés; y el denominado Bloqueo Automático en vía Única (BAU), comprendido entre Santa Catalina y San Telmo así como entre Playa del Inglés y Meloneras.

La comunicación de los enclavamientos con otros sistemas (RBC, etc) será a través de la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD). Para el intercambio de información no vital, se utilizarán interfaces adaptadas a estándares internacionales que permiten la conexión con equipos comerciales, tanto en hardware como en software.

En todos los casos, las interconexiones entre el enclavamiento y los otros sistemas y equipos se realizarán mediante canales serie redundantes por requisitos de disponibilidad. Esto será así, incluso en el caso de que los equipamientos sean de distintas tecnologías.

### 3.1.2. Tecnología de los enclavamientos

La tecnología de los enclavamientos a instalar será electrónica, limitando el uso de relés a aquellos casos en que sea necesario para el mando y control de elementos específicos. La denominación genérica que se empleará para el enclavamiento electrónico será ENCE.

Los enclavamientos electrónicos deberán estar diseñados con los siguientes criterios:

- Máximo nivel de seguridad: SIL 4.
- 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 serie redundantes (redundancia física a través de fibra óptica o cable metálico y lógica).
- Funcionamiento en modo local, mediante el Puesto Local de Operación (PLO), es decir, dispondrán de su propio mando local, o podrán ser telemandados de forma centralizada, pudiéndose realizar el telemando desde varios sistemas de control y supervisión, y de distinto nivel operacional, aunque no de forma simultánea.
- Sistema de Ayuda al Mantenimiento (SAM), que facilite la diagnosis y localización de averías y el mantenimiento, tanto a nivel local donde esté situado el ENCE, como desde los centros de mantenimiento. También será posible acceder desde el sistema de CTC.
- Fácil adaptabilidad a los futuros avances tecnológicos, que favorezcan la rentabilidad del sistema.

- Para el intercambio de información no vital, se utilizarán interfaces adaptadas a estándares internacionales que permitan la conexión con equipos comerciales, es decir, sistemas que empleen conexiones estandarizadas y homologadas, tanto en hardware como en software. La homologación estándar se aceptará conforme a CEI, CCITT y IEEE, siempre que no exista una aplicación de uso europeo estandarizada.
- Comunicación serie o en LAN (Red de acceso local) con otros ENCE de diferentes fabricantes, y con otros sistemas, como son: RBC, equipos de detección en vía, etc.

### 3.1.3. Configuración y arquitectura

#### 3.1.3.1. Configuración

La configuración adoptada para los nuevos enclavamientos electrónicos consiste en:

- Un Módulo Vital de Proceso del ENCE que procesa toda la lógica del enclavamiento, incluida la lógica relacionada con los sistemas de protección de tren ERTMS/ETCS.
- Controladores de Objetos Vitales, ubicados en la proximidad de los elementos de campo a controlar (señales, circuitos de vía, contadores de ejes, accionamientos) compuestos de tarjetas de entrada/salida vitales.

El Módulo Vital de Proceso del ENCE es el módulo central de procesamiento y comunicaciones del enclavamiento. Recibe entradas de datos de los controladores de objetos, de los módulos de procesamiento no vitales, del PLO, del CRC, del sistema ERTMS (RBC), del sistema de gestión de detectores, así como de otros ENCE. Es el encargado de procesar y almacenar internamente estos datos según la lógica de la aplicación, generando y transfiriendo los datos correspondientes a la instalación a los subsistemas antes citados y a otros como el Sistema de Ayuda al Mantenimiento (SAM) o el Registrador Jurídico.

Desde el punto de vista del ENCE, este módulo es el principal del sistema y el único programable por el usuario. Incluye el software de sistema, comunicaciones y aplicación específico para cada enclavamiento. Tiene una configuración redundante, del tipo 2 de 3 o reserva activa.

El Controlador de Objetos Vitales (COBJ) es el dispositivo encargado del mando y recepción de las informaciones de los objetos en campo, para lo cual cuenta con un conjunto de tarjetas vitales de entrada/salida.

Las entradas procedentes de los equipos de campo serán recogidas por los controladores de objetos, que las enviarán a su unidad de proceso. Ésta ejecutará la lógica necesaria y enviará las salidas correspondientes a los mismos controladores de objetos, siendo éstos los encargados últimos de enviarlas al campo.

Cada ENCE controla una determinada sección de vía, que está por lo general distribuida en varias dependencias. En cada una de ellas se instalan los controladores de objetos, que se comunicarán con la unidad central del ENCE, situada en el cuarto técnico de la estación, a través de la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD), permitiendo al ENCE controlar tanto los controladores de objetos situados en su emplazamiento, como en dependencias alejadas.

En función de la estructura de vías de cada una de las dependencias, se aplicará una configuración, de forma que cada uno de sus COBJ controle una zona de campo, de manera que ante un eventual fallo de un COBJ siempre habrá otro funcionando, quedando en servicio sólo esa zona. De ahí la importancia de optar por una disposición inteligente de zonas, que será elegida en el replanteo de la obra.

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, apeaderos o puestos de bloqueo. 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.

Con objeto de que los tiempos de proceso de los enclavamientos sean los mínimos posibles, en ningún caso se admiten configuraciones del tipo de dos o más enclavamientos de pequeña capacidad interconectados entre sí para controlar una dependencia y los bloqueos asociados.

El dimensionamiento del enclavamiento se establecerá en función de la zona a controlar y del número de movimientos previstos. El enclavamiento incluirá todos los movimientos simples posibles, y también movimientos compuestos formados por varios movimientos simples, así como automatismos de establecimiento de rutas.

Los enclavamientos se proyectan, 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. Además, siempre que sea posible, se agruparán en las tarjetas los elementos por rutas, para favorecer la disponibilidad, intentando evitar así, que el fallo de alguna tarjeta del ENCE pueda afectar a varias rutas.

El enclavamiento deberá gestionar además las entradas provenientes de elementos de vigilancia y supervisión, como son los sistemas básicos de supervisión de la explotación y seguridad (detectores) instalados a lo largo de la línea, y transferir esa información al sistema de protección del tren y al centro de control de línea (CRC).

### 3.1.3.2. Arquitectura

La arquitectura adoptada para los nuevos enclavamientos electrónicos estará estructurada en los siguientes niveles:

- Nivel de proceso (control y supervisión).

Constituye el núcleo principal del sistema. En éste radica la lógica de seguridad del enclavamiento. Supervisa las condiciones de explotación y situación del servicio, asegurando que no se produce ninguna situación contra la seguridad. Recibe entradas de datos de los controladores de objetos, de los módulos de procesamiento no vitales, así como de otros enclavamientos.

En este nivel solo se sitúa la unidad central de proceso. Tendrá una configuración redundante, con dos o tres unidades de proceso idénticas, que asegura la disponibilidad si una de ellas fallara. Las unidades estarán en todo momento sincronizadas, bien en el caso del sistema hot

- stand by estando una "on line" y la otra en "hot-stand by" (ésta última tomaría automáticamente el control en el caso de que la que se encuentre en activo fallase), o bien en el caso del sistema 2 de 3 estando las 3 sincronizadas "on-time" y en caso de fallo de una las otras dos mantienen activo el sistema.

En ambos casos, un fallo no controlado en esta unidad representa la caída completa del enclavamiento.

Es el encargado de procesar y almacenar internamente estos datos según la lógica de la aplicación, generando y transfiriendo los datos correspondientes a la instalación a los subsistemas antes citados y a otros como el sistema de ayuda al mantenimiento (SAM) o el registrador jurídico.

Desde el punto de vista del ENCE, este módulo es el principal del sistema y el único programable por el usuario. Incluye el software de sistema, comunicaciones y aplicación específico para cada enclavamiento. Tiene una configuración redundante, del tipo 2 de 3 o reserva activa.

- Nivel de relaciones de campo.

Están incluidos en este nivel los elementos que sirven de enlace con campo (señales, agujas, circuitos de vía, etc.). Dispondrá del número de módulos específicos de control de campo necesarios según la configuración, que sirven de conexión entre la unidad central de proceso y los elementos de campo de una zona.

Los módulos específicos de control de campo (control de señales, entradas/salidas, mando de agujas y comprobación de elementos de campo) que se dimensionan en función del número de elementos de cada instalación.

Un fallo no controlado en alguna unidad de este nivel, representa la caída del módulo en cuestión incluyendo las relaciones del mismo con el resto de equipos, pero manteniéndose en servicio de forma degradada el resto del enclavamiento.

- Nivel de mando y supervisión.

Este nivel incluye los equipos de entrada y salidas de datos encargados de la interrelación operador/sistema, tales como puesto de mando local, puestos de mantenimiento, equipo de ayuda al mantenimiento, registrador jurídico, telemando, puestos remotos, etc.

La caída de uno de los sistemas incluidos en este nivel afecta al funcionamiento del enclavamiento como sistema, pero no implica reducción de las condiciones de seguridad del conjunto de la instalación, afectando exclusivamente a la funcionalidad de la aplicación concreta.

Seguidamente se describen los módulos o bloques elementales de que consta la configuración elegida para el diseño. Cada enclavamiento tendrá un número de estos módulos en función de su tamaño, y teniendo en cuenta la capacidad de cada uno de dichos módulos.

En cada uno de los módulos descritos y considerados como unidades de obra, se incluye como parte de los mismos los cables y enchufes necesarios para la interconexión con el resto de los módulos.

Los enclavamientos se completan con las unidades de bastidores de equipos electrónicos del enclavamiento, bastidores de entrada y distribución de cables y bastidores de energía.

- **Unidad central de proceso de enclavamiento.**

Es el núcleo principal y constituye la parte fundamental del sistema. En él radica la lógica de seguridad del enclavamiento. Supervisa las condiciones de explotación y asegura que no se produce ninguna situación contra la seguridad.

Se ha considerado una configuración redundante, con dos unidades de proceso idénticas, que asegura la disponibilidad si una de ellas fallara. Las dos unidades se encuentran en todo momento sincronizadas, estando una "on line" y la otra en "hot - stand by", ésta última tomaría automáticamente el control en el caso de que la que se encuentre en activo fallase. También es aceptable si ofrece las mismas garantías que seguridad y disponibilidad, la configuración 2

de 3, estando las 3 sincronizadas "on-time" y en caso de fallo de una las otras dos mantienen activo el sistema.

- **Rack para el alojamiento de tarjetas vitales o no vitales.**

Este rack se emplea para el alojamiento de módulos de entradas y salidas vitales del enclavamiento electrónico a campo, incluso señales, es decir módulos para Enclavamiento Electrónico, módulos de entradas para mando y comprobación de elementos de campo y módulos de salidas de seguridad para mando y comprobación de elementos de campo.

Este rack se emplea también para el alojamiento de módulos de entradas y salidas no vitales, siendo independientes los rack utilizados para las entradas y salidas vitales de los utilizados para las no vitales.

El rack considerado incluye la unidad de alimentación y un bus de comunicación local. La capacidad del rack será de hasta 15 módulos además del espacio ocupado por la unidad de alimentación.

- **Módulo para encendido y control de señales.**

Este módulo es empleado para el encendido y comprobación de los focos de las señales, convencionales de lámparas, de diodos leds ó como alfanuméricas, se ha considerado redundancia en la parte correspondiente de lógica vital, si bien dependiendo de la tecnología empleada, esta parte puede encontrarse en el módulo principal.

Este módulo será programable de forma que se controle por detección de corriente si la señal está encendida, apagada o con incidencia (foco fundido, derivaciones, etc.). El módulo puede dar salidas fijas o intermitentes y actúa como etapa final de potencia para el encendido de las señales, comprobando en su caso la fusión de lámpara.

El módulo desarrollado para el diseño tiene capacidad para el encendido y comprobación de 6 focos.

- **Módulo de entradas de seguridad para comprobación de elementos.**

Se emplea para recibir la información y validar cada entrada procedente de los distintos elementos de campo, excepto señales; tales como: agujas circuitos de vía, pasos a nivel, relaciones con circuitos realizados con relés, etc. Está compuesto por tarjetas de entrada de corriente continua y con redundancia activa en la parte correspondiente de lógica vital.

Incluye el interfaz necesario (relés, optoacopladores, etc.) para recibir la información que determine el estado del elemento de campo a controlar, directamente o de un equipo intermedio.

Cada módulo tiene capacidad para recibir 12 entradas vitales procedentes de circuitos independientes, es decir, información de 12 circuitos de vía, de 6 agujas, de 12 relés en relación con técnicas convencionales, etc.

- **Módulo de salidas de seguridad para mando de elementos de campo.**

Este módulo se emplea para el envío de salidas vitales para el mando de los elementos de campo excepto las señales, tales como: agujas, cerrojos eléctricos, relaciones con pasos a nivel, etc).

La parte electrónica de este módulo está formada por tarjetas de salida de corriente continua y con redundancia activa en la parte correspondiente de lógica vital.

Incluye, asimismo, el interfaz electromecánico necesario para la relación directa con el elemento de campo a controlar.

La capacidad de este módulo es de 8 salidas vitales independientes.

- **Módulos de mando de agujas.**

Este grupo de unidades se emplean para el mando de desvíos dotados de accionamientos eléctricos o electrohidráulicos, en función de las características del mismo y el número de accionamientos asociados.

Estará compuesto por tarjetas de entrada de corriente continua que reciben la información del módulo de salidas de seguridad para mando de elementos de campo y tarjetas de salida de corriente continua que actúa sobre relés o contactores aislados galvánicamente.

El módulo incluye el interfaz electromecánico necesario para acometer directamente a los accionamientos de aguja.

Para los desvíos dotados de accionamientos múltiples, se incluye en este módulo el equipo adicional de relés para sincronización y control del movimiento secuencial de motores.

Cada uno de los módulos de mando de agujas es capaz de mandar un desvío de las características especificadas para ese desvío.

- **Módulo de procesamiento y control de entrada/salidas no vitales.**

Se emplea para enviar y recibir información no vital procedente de elementos auxiliares o externos. Está compuesto por tarjetas de entrada/salida de corriente continua. Incluye el interfaz necesario (relés, optoacopladores, etc.) para recibir la información del elemento a controlar.

Cada módulo tiene capacidad para recibir 32 entradas o salidas no vitales procedentes de circuitos independientes, siendo independientes los módulos de entradas de los módulos de salidas.

- **Módulo no vital de control de interfaz con CTC.**

Este módulo tiene las funciones de puesto satélite o remota del sistema de telemando, configurándose como un sistema con dos puertos serie, que podrán conectarse a distintos medios de transmisión (fibra óptica y/o cable metálico de comunicaciones) o en configuración en anillo, en función de la estructura del sistema de telemando.

Incluye las tarjetas y módem de comunicación externa, así como dos procesadores en configuración dual para garantizar la disponibilidad del sistema de telemando y el software para la adaptación de protocolos entre el enclavamiento y el sistema de CTC.

La comunicación que se realizará entre este módulo y los servidores de comunicaciones del Puesto Central. El módulo estará preparado para atender a dos líneas serie simultáneamente, estando activa una u otra en función de la ruta considerada en cada momento por los sistemas de transmisión, o bien por la elegida por el Front-End de comunicaciones del Puesto Central, siendo capaz de comunicarse en un canal de datos punto - multipunto desde 19,2 Kb y dispone de las salidas y módems necesarios para enlazar con la fibra óptica y/o el cable metálico de comunicaciones.

- **Módulos no vitales para control de interfaz con puesto local.**

Este módulo es el encargado de procesar los datos generados por la unidad central de proceso y representarlos en el sistema videográfico de mando local encargado de la interrelación operador/sistema, donde se representa el esquema de vías y aparatos, utilizándose para el envío de órdenes teclado y ratón.

De esta forma el interfaz para el puesto de operador del mando local está compuesto de una comunicación serie no vital. Se incluye en este módulo el software de generación de imágenes y licencias básicas de software específico para el puesto de mando local del enclavamiento electrónico.

Se ha previsto una configuración dual, con dos unidades de proceso idénticas, que asegura la disponibilidad si una de ellas fallara. Este módulo incluye además los elementos de proceso de sistemas de sonería y aseguramiento contra intrusos del puesto de mando local.

Cada uno de estos módulos se han considerado con capacidad para el control de 4 monitores.

- **Módulo de ayuda al mantenimiento y diagnosis**

Es un sistema de diagnóstico y registro para facilitar al usuario las tareas de mantenimiento, así como obtener controles estadísticos, análisis de fallos, etc., de los eventos que están ocurriendo o han ocurrido durante un cierto tiempo en el enclavamiento.

Está compuesto de un registro de cambios, un interfaz de usuario, un software de aplicación general y uno específico para cada enclavamiento que realiza las funciones de guía en la

búsqueda y reparación de averías, además de proporcionar la utilidad "moviola" para el intervalo de tiempo que se fije.

El módulo incluye un puesto local de mantenimiento, instalado en la cabina de enclavamiento, dotado de un servidor industrial con sistema de backup y alimentación ininterrumpida, monitor color, teclado ratón e impresora.

Además, para el análisis remoto dispone de los puertos y módems necesarios para la transmisión a través de la fibra óptica disponible, el cable metálico de comunicaciones, o la red telefónica conmutada.

- **Registrador jurídico para enclavamiento.**

El Registrador jurídico tendrá capacidad para almacenar secuencialmente todos los mandos ya sean manuales o automáticas generadas por sistemas de telemando o el propio enclavamiento, así como los cambios de estado de las variables del enclavamiento, las averías y fallos que se produzcan y detecten en el mismo.

Estará compuesto por un ordenador de tipo industrial sin monitor, teclado, ni ratón, alojado en una caja ignífuga y antivandálica, conectado al enclavamiento, con fuentes de alimentación y tarjetas de comunicación redundante. Además, se incluye un sistema interno de alimentación ininterrumpida de 1 kVA y 10 minutos de autonomía que evite la caída del sistema como consecuencia de microcortes u oscilaciones del sistema de energía.

- **Módulo de comunicaciones vitales por canal de datos**

Es el encargado de relacionar la unidad central de proceso del enclavamiento con la unidad de proceso de la estación colateral, dotada de otro enclavamiento electrónico de tecnología similar, y establecer entre ellos el intercambio de las informaciones de bloqueo.

La lógica propia del bloqueo la realiza la unidad central de proceso del enclavamiento electrónico, siendo la función del subsistema la interconexión entre enclavamientos.

Este subsistema está compuesto por lo tanto por tarjetas de enlaces vitales, disponiendo de los puertos y módems necesarios para la transmisión de las informaciones, adaptado a la red de comunicaciones.

### 3.1.3.3. Modos de operación

La operación, control y supervisión de los enclavamientos del tramo objeto del presente Proyecto podrá ser realizada indistintamente, mediante los siguientes modos o niveles de operación:

- Modo telemando centralizado (CRC), cuando el control y la supervisión de los enclavamientos es realizado desde el sistema de Control de Tráfico Centralizado (CTC), integrado en el CRC.
- Modo local, cuando el control y supervisión de un enclavamiento es realizado desde su sistema de mando local (PLO). Cada PLO sólo puede realizar el control y supervisión de su enclavamiento.

Los equipos que realizan el control y supervisión de un enclavamiento, pertenecientes a estos modos o niveles de operación, excluido el PLO, se denominan sistemas de control y supervisión de los enclavamientos.

La instalación en su conjunto, permitirá establecer un procedimiento para la transferencia del mando de los enclavamientos (ver el documento ADIF “MOE: *Funcionalidad del procedimiento para la transferencia del mando y control de un enclavamiento por los sistemas de control y supervisión de las líneas de alta velocidad*”) entre dichos sistemas, sin más restricciones que las incompatibilidades necesarias para que no pueda realizarse el control (o mando) de un enclavamiento simultáneamente por más de un modo o nivel.

Sin embargo, la visualización y la representación de indicaciones de los estados de los elementos del campo y de las rutas establecidas (y en los casos en que sea posible, de los números de identificación de los trenes, etc.), de un enclavamiento serán simultáneas en el PLO y en todos los sistemas de control y supervisión, tengan o no el control del enclavamiento.

En el caso de desconexión del CTC, será el PLO del enclavamiento el encargado del establecimiento de las rutas.

### 3.1.4. **Modo telemando centralizado. Control de Tráfico Centralizado (CTC)**

El control y la supervisión de los enclavamientos en modo telemando centralizado, podrá ser realizado desde el Puesto Central del sistema de Control de Tráfico Centralizado (CTC), integrado en el Centro de Regulación y Control (CRC) que se instalará en el Edificio de Gerencia.

Cada enclavamiento electrónico realizará la función de puesto remoto del telemando, mediante los correspondientes canales de comunicación. La comunicación entre el enclavamiento y el sistema de CTC será independiente del equipamiento del PLO, por lo tanto no influirá en ningún momento en el correcto funcionamiento de esta comunicación, el que el PLO esté funcionando correctamente, o esté averiado o esté fuera de servicio.

### 3.1.5. **Modo local. Mando local del enclavamiento en el Puesto Local de Operación (PLO)**

En aquellos casos en que no sea posible realizar el control y la supervisión de los enclavamientos del tramo objeto del presente Anteproyecto desde el sistema de CTC, el control de los mismos se realizará en modo local. Se encontrarán ubicados en el mando local propio de cada uno de los enclavamientos, denominado Puesto Local de Operación (PLO), situado en el mismo cuarto técnico que éstos.

La comunicación entre el enclavamiento y el PLO no influirá en el correcto funcionamiento del enclavamiento, aunque el PLO esté averiado o fuera de servicio.

### 3.1.6. Estructura del software

El software estará estructurado de forma que las modificaciones, ampliaciones o evolución del hardware no impliquen una prueba y validación completa del ENCE, sino únicamente de la parte de datos de la aplicación que se modifique y/o amplíe, asegurándose en cada caso la no regresión de errores. Por lo tanto, el ENCE deberá adaptarse de modo rentable a los futuros cambios en la explotación de la línea y de tecnología. Si debido a la evolución de la tecnología durante la vida útil del ENCE fuera necesario migrar a una plataforma de hardware distinta, el suministrador realizará todos los trabajos requeridos para adaptar el software al nuevo hardware, incluyendo la validación necesaria, sin que ello suponga coste alguno para los Ferrocarriles de Gran Canaria.

La metodología empleada en el ciclo de vida del software y del sistema propuesto, deberá estar desarrollada en base a las normas UNE-EN 50128 y UNE-EN 50129. Para los enclavamientos desarrollados antes de la aparición de estas normas, se proporcionarán evidencias respecto al grado de cumplimiento de lo especificado en las mismas.

El software de seguridad del sistema deberá estar desarrollado preferiblemente de tal forma que esté constituido por un programa fijo que sea validado una sola vez, y por un conjunto de datos que particularicen el programa para la aplicación específica. Ello reduce el trabajo de validación necesario y facilita el mantenimiento del software.

El proceso de generación de los datos durante la aplicación se considera parte del software de seguridad y debe estar de acuerdo con lo indicado en UNE-EN 50128.

El software estará estructurado de forma que se diferencien claramente los siguientes niveles:

- Software de sistema, incluyendo el sistema operativo, control de interfaces y comunicaciones, rutinas de arranque, sincronización entre ordenadores, etc.
- Software correspondiente a la Explotación adoptada por Ferrocarriles de Gran Canaria (FGC), que incluye la normativa y reglas de señalización propias.
- Software de aplicación a cada instalación específica (datos de aplicación).

### 3.1.7. Especificaciones de requisitos del sistema

Los enclavamientos deberán cumplir las funciones requeridas para la Explotación de la línea, de acuerdo con la normativa citada. Estas funciones corresponden a los niveles de:

- Aplicación.
- Lógica de seguridad.
- Mando, control y supervisión de los elementos de campo.
- Comunicaciones con otros sistemas y equipos externos.

#### 3.1.7.1. Aplicación

Según la configuración de las vías para cada uno de los casos y de acuerdo a las normativas de la operación definidas, este nivel corresponde al nivel de explotación de los enclavamientos, e incluirá las funciones específicas requeridas para su cumplimiento.

Las funciones específicas típicas de este nivel para cada enclavamiento serán entre otras:

- Mando del enclavamiento en modo local (PLO), mediante ratón, y adicionalmente mediante teclado alfanumérico. El equipo de mando incorporará una llave que permita habilitar y deshabilitar la entrada de mandos al enclavamiento.
- Representación sinóptica e indicaciones de la zona bajo control en uno o varios monitores videográficos en color en tiempo real.
- Establecimiento y anulación de las rutas simples y compuestas. Gestión de seguridad de las rutas.
- Mando y supervisión de los elementos de campo y aparatos de vía: señales, accionamientos de desvíos, circuitos de vía, contadores de ejes, detectores, etc.

- Registro de mandos, eventos, estados, alarmas, etc. Los registros correspondientes a mandos y alarmas serán impresos en la impresora local de papel continuo en el momento de su ejecución y serán almacenados en un medio no volátil del enclavamiento.
- Avisos acústicos al producirse determinados eventos como proximidades, averías, caídas del ENCE, etc. Estos avisos sólo estarán activos cuando el enclavamiento esté en mando local (PLO).

#### 3.1.7.2. Lógica de seguridad

A este nivel corresponden las funciones de seguridad relacionadas con los movimientos de los trenes en las estaciones y bifurcaciones, y en los bloqueos en los trayectos entre los mismos.

Las funciones de seguridad típicas del enclavamiento son, entre otras, las siguientes:

- Condiciones para el establecimiento y enclavamiento de las rutas.
- Anulación de las rutas por paso del tren, artificialmente o por emergencia.
- Condiciones para la apertura de las señales, protección de las rutas y autorización de los movimientos.
- Incompatibilidades entre los movimientos.
- Condiciones de establecimiento de los bloqueos.
- Anulación de los bloqueos.
- Transmisión de información al sistema ERTMS/ETCS.

Para un mayor detalle se deben consultar los documentos de ADIF “MOE: Instrucción sobre especificaciones de requisitos funcionales y técnicos del enclavamiento (ENCE)” y “MOE: Especificaciones de requisitos técnicos y funcionales del Puesto Local de Operación (PLO) y su relación con los sistemas de control y supervisión del enclavamiento”.

Por otra parte, la lógica de seguridad certifica y prueba que los datos obtenidos por las anteriores funciones se realizan mediante un proceso sin fallos que afecten a la seguridad, tanto de hardware como de software, y que es capaz de detectar acciones indebidas sobre salidas vitales. Esta lógica debe asegurar que:

- Los estados de las entradas son leídos periódicamente para garantizar su actualización.
- El software que procesa los datos no se altera.
- Los datos sólo se alteran por la acción del software que los procesa.
- El software comprueba que las salidas responden a los mandos que se ejecutan sobre ellas.
- Las salidas no se alteran por fallos en los elementos de campo.

#### 3.1.7.3. Mando, control y supervisión de los elementos de campo

Este nivel corresponde a la interfaz constituida por módulos específicos de entradas y salidas, entre la lógica de seguridad del enclavamiento y los equipos para el mando, control y supervisión de los elementos de campo.

Los elementos de campo son controlados por el enclavamiento mediante entradas y salidas de seguridad.

El tiempo de proceso de las entradas no superará los 2 segundos. La orden de cierre de una señal, real o virtual, se efectuará en un tiempo no superior a 1 segundo.

Las entradas y salidas del ENCE incluirán los elementos de protección necesarios que eviten daños a las mismas debidos a las perturbaciones electromagnéticas recibidas a través de los cables de conexión con el campo, tales como: inducciones producidas por la corriente de tracción, cortocircuitos de la catenaria, sobretensiones producidas por descargas atmosféricas u otras incidencias.

El enclavamiento realizará el mando (en los que sea necesario), control y supervisión de los siguientes elementos de campo:

#### **3.1.7.3.1. Control y supervisión de los circuitos de vía**

Los estados de los circuitos de vía son leídos mediante entradas de seguridad del ENCE. Dichos estados son informaciones del tipo ON/OFF que corresponden a los estados libre/ocupado de la sección de vía, y adicionalmente otros estados como el de avería si están disponibles en estos equipos.

La configuración de equipos y las comunicaciones entre ellos, se hará sin mermar la disponibilidad exigida a las instalaciones, disponiendo de canales de comunicaciones dedicados, no agrupando más de 4 por canal, distribuidos racionalmente de manera que un fallo en uno de ellos, produzca la mínima merma en las condiciones y disponibilidad de la instalación.

#### **3.1.7.3.2. Mando, control y supervisión de los accionamientos y comprobadores de los desvíos**

Dentro del alcance del suministro se incluirán:

- Los módulos necesarios para el mando, control y supervisión de los accionamientos y comprobadores de los desvíos del tramo objeto del presente Proyecto.
- El suministro, montaje y conexionado de los accionamientos electrohidráulicos de los nuevos desvíos y comprobadores, así como sus cables de conexión (cables propios de salida del motor).
- La red de cables.

- Las cajas de terminales con bornas seccionables, el conexionado de los accionamientos y comprobadores de los desvíos, conexionado de los cables suministrados con los motores y comprobadores.
- El suministro e instalación de las puestas a tierra de los accionamientos y comprobadores.
- La obra civil necesaria.
- Las pruebas y puesta en servicio.

El número de motores y comprobadores que tiene cada tipo de desvío, puede variar en función de la línea.

Dependiendo del número de accionamientos que incluya el desvío, la orden de movimiento se convierte en orden individual a cada uno de los motores del desvío a través de salidas de seguridad del enclavamiento, con su correspondiente decalaje, en el caso de ser necesario.

Cuando el movimiento de un desvío se realice mediante varios accionamientos, habrá un decalaje entre el arranque de los distintos motores para distribuir el pico de carga del arranque; no obstante, este decalaje será lo menor posible para así minimizar el tiempo total de movimiento del desvío, dimensionando adecuadamente el suministro de energía y las protecciones asociadas.

Las comprobaciones de cada uno de los motores y comprobadores del desvío (informaciones del tipo ON/OFF), se leen mediante entradas de seguridad del enclavamiento. En caso de fallo, la diagnosis indicará el motor y/o el comprobador que falla.

Cada accionamiento de los desvíos tiene una numeración que se refleja en los cuadros de servicios de cada enclavamiento y en las pantallas de los PLO y CTC. Esta misma numeración se encontrará, rotulada en color azul encima de la tapa de cada uno de los motores. Esta rotulación deberá ser de características tales que resista la acción de los elementos atmosféricos y no pueda ser retirada o borrada.

Los grupos de mando de los accionamientos de desvíos incluirán las prestaciones siguientes:

- Cada motor de un desvío tendrá su propio circuito de mando, control y supervisión por medio de un circuito de seguridad de 4 hilos hasta la caja de conexión. Ello es aplicable también cuando el desvío incluya comprobadores adicionales.
- El grupo de mando, entendiendo como tal la tarjeta o similar que actúa de interfaz entre el elemento de campo y la lógica de seguridad del ENCE, proporcionará información de diagnóstico (posición del accionamiento, estado de movimiento, comprobación o falta de la misma en la posición final, avería, etc.) al ENCE, individualizada por motor y comprobador. Se valorará que este grupo de mando incluya indicadores luminosos que proporcionen información visual en cabina sobre el estado de cada uno de los accionamientos y comprobadores, sin necesidad de llevar ningún equipamiento adicional.
- Se dispondrá de un mecanismo para el movimiento de los desvíos de una estación o apartadero, por el personal de mantenimiento desde el grupo, o desde el Sistema de Ayuda al Mantenimiento local, sin necesidad de la orden de maniobra del ENCE, estableciendo las condiciones de seguridad adecuadas a fin de evitar manipulaciones no autorizadas o peligrosas.
- En situaciones provisionales o de pruebas se podrá sustituir el mando y la comprobación de cada accionamiento o comprobador por un dispositivo que simule el comportamiento de dichos elementos de cara al enclavamiento.

Las comprobaciones individuales de cada motor y comprobador se tratarán como entradas de seguridad por parte del ENCE. Para que el ENCE acepte que el desvío está en una de sus posiciones finales, todos y cada uno de los motores y comprobadores indicarán que se ha alcanzado dicha posición. En caso de fallo, el ENCE o el Sistema de Ayuda al Mantenimiento, emitirá el correspondiente mensaje de avería indicando qué motor o comprobador no está en orden. El enclavamiento deberá admitir el número de entradas de seguridad para la comprobación independiente de todos los motores y comprobadores de cada tipo de desvío.

### 3.1.7.3.3. Mando, control y supervisión de la señalización lateral luminosa

El enclavamiento controlará los focos luminosos y las pantallas alfanuméricas de diodos LED indicadoras de velocidad y de posición de las agujas de cada señal, y la relación entre estas señales, tanto con las anteriores como con las posteriores en: estaciones, apartaderos, PICV, bifurcaciones, etc.

El mando, control y supervisión de los focos de las señales laterales luminosas y de las pantallas alfanuméricas de diodos LED de alta luminosidad se efectúa a través de salidas de seguridad del ENCE. Además, el enclavamiento proporcionará, mediante dos hilos de control, dos valores de tensión de control de cada uno de los focos y señales alfanuméricas, para su funcionamiento, con objeto de obtener dos luminosidades diferentes: modo “día” y modo “noche”. El circuito de control interno de los focos cambiará la luminosidad de éstos, en función del valor de dicha tensión de control.

La supervisión del estado de los focos y de las pantallas alfanuméricas (encendido, apagado, fusión) en ambos modos, se realiza mediante entradas de seguridad.

El cambio de modo de funcionamiento día-noche se realizará mediante un mando específico del enclavamiento. Se podrá establecer un modo u otro de funcionamiento para todas o parte de las señales de tal forma que puedan existir señales funcionando en modo “día” y al mismo tiempo puedan existir señales funcionando en modo “noche” dentro del mismo enclavamiento (por ejemplo señales de un ENCE funcionando en modo “día” y dentro de éste las de túnel funcionando en modo “noche”).

El ENCE y su instalación dispondrán de ajuste de la tensión de control por cada señal, y en ambos modos de funcionamiento, ya que la longitud del cable de control puede variar desde unos pocos metros hasta 6 km.

### 3.1.7.3.4. Mando, control y supervisión de los sistemas básicos de la explotación y seguridad

Los siguientes sistemas básicos de supervisión de la explotación y seguridad de la explotación estarán relacionados con el enclavamiento como una entrada serie a través del concentrador de detectores relacionados con la seguridad (CDS), teniendo repercusión directa en la señalización a través del enclavamiento y/o en la regulación de la circulación a través del sistema ERTMS/ETCS:

- Detectores de Caída de Objetos en vía (DCO).
- Detectores de Cajas Calientes (DCC).
- Sistema de Control de Viento Lateral (SCVL).

El enclavamiento utilizará los estados de los detectores que centralice como condiciones de seguridad para la señalización lateral luminosa y para los sistemas de protección del tren ERTMS/ETCS. La información se enviará a los ENCE correspondientes para su tratamiento específico, y además, éstos transmitirán al sistema ERTMS/ETCS la información que sea necesaria para que este sistema imponga a los trenes que circulan por la zona dónde se ha producido la alarma (u otro estado que repercuta en las condiciones de circulación), las acciones de seguridad correspondientes (reducción de velocidad, frenado de servicio, parada de emergencia, mensajes a través del DMI, etc.). En el caso de que las informaciones provenientes de los detectores no afecten a la señalización pero sí al sistema ERTMS, el ENCE actúa como si se tratase de una pasarela para hacer llegar a los RBC la información que éstos requieren.

El tratamiento de la información que generan los detectores hacia el enclavamiento tendrá el carácter de información vital para la seguridad de las circulaciones de los trenes. Deben preverse entradas vitales para la conexión de los sistemas básicos de supervisión de la explotación y seguridad y el enclavamiento.

Los detectores suministrarán al enclavamiento de forma independiente de la que transmiten al sistema de telemando de los detectores (conectado al CRC), al menos la siguiente información:

- Detector en buen estado, sin alarma.

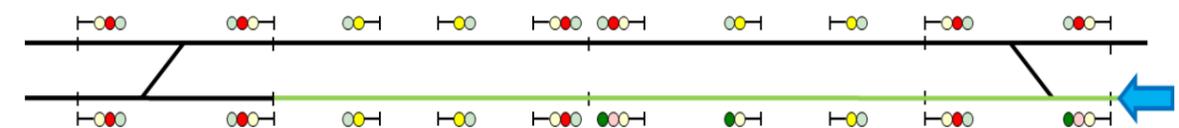
- Prealarma, sólo los detectores que la den.
- Sentido de circulación del tren por cada una de las vías, para aquellos detectores en los que sea aplicable.
- Alarma, detector funcionando correctamente.
- Detector averiado.
- Detector en mantenimiento.

El suministro de informaciones adicionales estará dictado por las indicaciones del departamento competente de los Ferrocarriles de Gran Canaria.

Las reacciones del enclavamiento y del sistema ERTMS/ETCS dependerán en cada caso del estado del detector y están especificadas en los documentos de ADIF "MOE: Instrucción sobre especificaciones de requisitos funcionales y técnicos del enclavamiento (ENCE)" y "MOE: Descripción del sistema ERTMS/ETCS en las líneas de alta velocidad".

### 3.2. BLOQUEOS

El tipo de bloqueo proyectado para el control de trenes entre los enclavamientos del tramo será, el denominado Bloqueo Automático Banalizado (BAB), comprendido entre San Telmo y Playa del Inglés; y el denominado Bloqueo Automático en vía Única (BAU), comprendido entre Santa Catalina y San Telmo así como entre Playa del Inglés y Meloneras.



Tipología del Bloqueo Automático

El objeto del bloqueo es el de establecer y asegurar un sentido de marcha para las circulaciones entre dos dependencias de circulación que comprenden desvíos, es decir, poseen señales con mando propio. El paso de las circulaciones en sentido contrario quedará prohibido cuando se establece un sentido de bloqueo.

Cuando se establece el bloqueo en un sentido, el enclavamiento ordena a las señales que se encuentran situadas en el trayecto (de bloqueo y delimitadoras de cantón ERTMS Nivel 2) que activen su mando, siempre que se cumplan todas las condiciones necesarias para ello.

El establecimiento del mando de las señales del Bloqueo es automático, no siendo necesaria ninguna orden por parte del operador de tráfico. El operador de tráfico sí puede pedir el cierre de estas señales para retirar el mando; esta retirada de mando puede ser un comando individual para cada señal o un mando conjunto: el cierre de señales de bloqueo.

A su vez, el bloqueo comprobará que no se produzcan movimientos incontrolados de materiales hacia el trayecto, “escapes de material”, produciendo un cierre de señales conjunto cuando se produzca esta eventualidad.

El Bloqueo Automático Banalizado (BAB) cuenta con cantones intermedios entre estaciones, los cuales quedan protegidos de manera automática por las señales.

La normativa de Explotación de los bloqueos para Líneas de Alta Velocidad está desarrollada basándose en los criterios utilizados en la norma de ADIF sobre explotación y seguridad de bloqueos automáticos (NAS 806) y la NEC (Normas Específicas de Circulación).

### **3.2.1. Interconexión entre enclavamientos**

La interconexión entre los enclavamientos electrónicos se prevé mediante canales de comunicación redundantes, con un protocolo de seguridad, y cumpliendo los requerimientos de la norma CENELEC EN-50159-2 sobre “Requisitos para la comunicación relacionada con la seguridad en los sistemas de transmisión abiertos”. La interconexión entre los enclavamientos

previstos en el presente Anteproyecto, se realizará mediante el protocolo de comunicaciones específico del fabricante que resulte adjudicatario del contrato.

### **3.3. PUESTO DE MANDO LOCAL (PLO)**

Se ha proyectado la instalación en cada uno de los gabinetes de circulación de los nuevos ENCE, situados en las estaciones de San Telmo, Aeropuerto, Vecindario y Playa del Inglés, de un sistema de mando local de tipo videográfico, dotado de pantalla gráfica activa basado en un ordenador de sobremesa.

El Puesto Local de Operación (PLO) es el sistema que permite el control de los enclavamientos en modo local, por medio del envío de órdenes al enclavamiento y la visualización del estado de los elementos de señalización relacionados con los mismos. Contendrá todos los elementos de mando e indicaciones necesarias para controlar la zona que pertenece al enclavamiento y los mandos e indicaciones de bloqueo asociados.

El mando del enclavamiento será del tipo de “mando por itinerario”, el cual permitirá el establecimiento automático de una ruta completa al actuar, en la pantalla activa con un cursor sobre los elementos de principio y final de itinerario.

Este equipo permite la visualización del estado de los elementos de campo, establecimiento de movimientos, averías, alarmas, y demás información relevante. Sobre este punto serán de aplicación las “MOE, Especificaciones de requisitos técnicos y funcionales del Puesto Local de Operación (PLO) y su relación con los sistemas de control y supervisión del enclavamiento” de ADIF.

#### **3.3.1. Hardware**

Los puestos de mando local estarán constituidos por los equipos de operación necesarios.

Los equipos de operación estarán ubicados en una mesa con capacidad suficiente y la adecuada ergonomía para facilitar la operación del PLO. El equipo de ordenador irá alojado en un armario antivandálico.

### 3.3.2. Software

El software estará desarrollado de tal forma que contenga un programa fijo validado una sola vez y un conjunto de datos que particularicen el programa para una aplicación específica.

El software está constituido por un los siguientes módulos de aplicación:

- Interfaz de usuario.
- Comunicación con el enclavamiento.
- Identificación de usuarios.

El Sistema Operativo empleado será Windows NT o superior.

### 3.3.3. Funcionalidad

Las funciones específicas son las siguientes:

- Mando del enclavamiento en modo local (PLO), mediante ratón y/o teclado alfanumérico.
- Representación sinóptica e indicaciones de la zona bajo control.
- Establecimiento y anulación de rutas simples y compuestas.
- Mando y supervisión de los elementos de campo: señales, accionamientos de desvíos, circuitos de vía, contadores de ejes, detectores, etc.

- Registro de los mandos introducidos desde el PLO, con la marca correspondiente de fecha y hora. Los registros serán impresos en la impresora local en el momento de su ejecución y serán almacenados en un medio no volátil del enclavamiento (Registrador Jurídico / Sistema de Ayuda al Mantenimiento).
- Registro de eventos y estado de los elementos de campo con la marca correspondiente de fecha / hora. Este registro se llevará en el Sistema de Ayuda al Mantenimiento.
- Registro de incidencias, avisos y alarmas que se produzcan en los elementos de campo, equipos interiores del enclavamiento e interfaces de comunicación con otros módulos, enclavamientos colaterales y mandos remotos con la marca correspondiente de fecha / hora. Este registro se llevará en el Sistema de Ayuda al Mantenimiento.
- Avisos acústicos al producirse determinados eventos como proximidades, averías, caídas del enclavamiento, etc. Estos avisos sólo estarán activos cuando el enclavamiento esté en mando local.
- Representación y mensajes de los Detectores de Caída de Objetos a Vía (DCO) asociados al tramo de acuerdo con la instrucción DICT-I-F-DET-01: “*Funcionalidad del interfaz del sistema auxiliar de detección con el enclavamiento*” de ADIF. Cada tipo de detector dispondrá de su propia representación gráfica. Además, se indicarán alarmas generales del sistema y se darán mensajes de diagnóstico en el PLO y en la SAM.

### 3.4. EQUIPO DE CONTROL DE INTERFACES (PCI)

Cada enclavamiento dispondrá de un Equipo de Control de Interfaces (PCI) que haga de enlace con los distintos sistemas de control y cuyas funciones son:

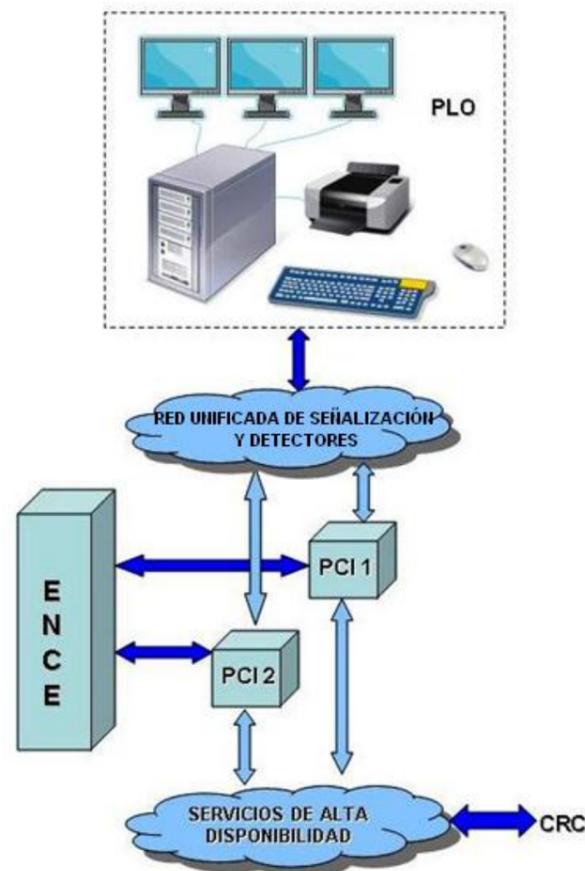
- Comunicación con el PLO, para asegurar el mando del enclavamiento en modo local.
- Comunicación con los sistemas de control y supervisión (Telemandos) para asegurar el telemando del enclavamiento y gestionar la autoridad de mando.

- Conexión con el sistema ERTMS/ETCS, ya sea con el Puesto Central (PCE) o con el PLE de dicho sistema.

El equipo será redundante para garantizar la disponibilidad del enlace y será independiente del funcionamiento del enclavamiento, funcionando éste, en caso de fallo o avería del PLO.

El equipo estará preparado para uso de duplicidad del medio de transmisión (fibra óptica y cable metálico).

El esquema siguiente muestra la arquitectura de un PCI y las relaciones con el sistema de mando local (PLO), el enclavamiento electrónico (ENCE) y su interconexión a la red.



Interconexiones PCI y PLO

### 3.5. SISTEMA DE AYUDA AL MANTENIMIENTO (SAM)

Todos los enclavamientos electrónicos dispondrán de un Sistema de Ayuda al Mantenimiento que incluirá dos niveles de mantenimiento:

- Sistema de Ayuda al Mantenimiento de enclavamiento Local (SAM Local), que posibilitará la monitorización de forma local de los eventos e incidencias generados en el correspondiente ENCE.
- Sistema de Ayuda al Mantenimiento de enclavamientos Central (SAM Central), que posibilitará la monitorización de forma remota de los eventos e incidencias generados en todos los enclavamientos.

Los SAM Locales se conectarán tanto a la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD) como a los servicios de alta disponibilidad, a través de éstos se relacionan con los puestos de operador del SAM Central, conectados a los servicios de alta disponibilidad.

El Sistema de Ayuda al Mantenimiento Central (SAM Central) se comunica con los sistemas de ayuda al mantenimiento locales (SAM Locales), permitiendo centralizar toda la información recogida por éstos.

#### 3.5.1. SAM Local

Cada Sistema de Ayuda al Mantenimiento de enclavamientos Local (SAM Local) se ubicará junto al correspondiente ENCE que supervisa.

Cada ENCE del tramo objeto del presente Anteproyecto estará dotado de su correspondiente SAM Local. Se instalará un SAM local en las dependencias de San Telmo, Aeropuerto, Vecindario y Playa del Inglés que dispondrán de Puesto de Local de Operación (PLO).

El equipamiento de cada SAM Local está compuesto por un PC compatible dotado de monitor, teclado, ratón y una impresora de registros.

Cada SAM Local estará conectado en LAN con las dos CPU de cada ENCE, así como con los Controladores de Objetos Vitales (COBJ) asociados al correspondiente ENCE.

Los SAM Locales son utilizados por el SAM Central para recibir los datos de los enclavamientos, y almacenarán en su disco duro los cambios de estado, órdenes averías e incidencias como soporte de mantenimiento.

Desde el SAM Local se tiene la posibilidad de efectuar, por parte del personal de mantenimiento, el movimiento de los desvíos controlados por el enclavamiento correspondiente. Para que se pueda realizar esta operación, previamente se requiere la autorización de ese mando local del desvío desde el PLO o el CTC, según se refleja en las “Especificaciones de requisitos técnicos y funcionales del enclavamiento (ENCE)”. El movimiento de desvíos siempre se producirá desde el puesto de mantenimiento local, nunca desde cualquiera de los centros de mantenimiento, ni desde el Puesto Central del CRC.

El sistema evitará que otros programas puedan ser iniciados en la máquina, siempre que el usuario activo no sea Supervisor o Administrador.

La comunicación de cada uno de los SAM Locales situados en los diferentes enclavamientos con los equipos situados en el puesto central de mantenimiento se realizará mediante la red de comunicaciones general de la línea.

### 3.5.2. SAM Central

El Sistema de Ayuda al Mantenimiento de enclavamientos Central (SAM Central) está formado a, su vez, por:

- Puestos de Operador: En ellos, se centraliza la visualización de la información existente en los SAM Locales.

- Servidores de Datos: Reciben y almacenan la información de los SAM Locales. Estarán ubicados en el Puesto Central de Mantenimiento. El número de servidores depende de la cantidad de zonas a supervisar y del número de enclavamientos que forman dichas zonas.

El equipamiento de cada uno de los Servidores del SAM Central constará de un PC.

El SAM Central realiza básicamente las siguientes funciones:

- Representación en tiempo real de la información de mantenimiento y los cambios de estado recogidos por los SAM Locales.
- Aviso al operador de mantenimiento, en tiempo real, de las incidencias que pudieran requerir una intervención del personal de mantenimiento.
- Aviso directo al personal de mantenimiento, a través de GSM-R, de las incidencias que pudieran requerir una intervención inmediata.
- Reconstrucción de estados anteriores de cualquiera de los enclavamientos monitorizados en los últimos 3 meses. El sistema dispondrá para ello de un medio de almacenamiento masivo.
- Generación de estadísticas de ayuda al mantenimiento: Horas de funcionamiento de focos, número de maniobras de los accionamientos, etc.

El sistema tendrá capacidad de comunicarse hasta con 32 enclavamientos, sin que se vea afectado su rendimiento, y para actualizar los gráficos en las siguientes condiciones:

- Funcionamiento continuo: Hasta 128 cambios por segundo.
- Avalancha: Hasta 1.200 cambios con un período de recuperación de 20 segundos.

Se instalarán los servidores de datos, así como el puesto de operador del SAM Central, en el CRC ubicado en el Edificio de Gerencia.

### 3.5.3. Características del SAM

El Sistema de Ayuda al Mantenimiento (SAM) a instalar presentará un diseño modular, de forma tal que permita la introducción progresiva de nuevas zonas de control y almacena toda la información histórica en una base de datos comercial.

La configuración del sistema tendrá las características siguientes:

- Podrá ser configurado para almacenar al menos las siguientes acciones:
  - Inicio/Fin de sesión.
  - Adición/borrado de usuarios.
  - Cambio en los permisos, privilegios y/o claves de los usuarios.
  - Salida del programa.
- El SAM Central almacena los datos correspondientes a los últimos 30 días para su consulta directa - on-line - y tres meses más para su consulta off-line. En caso de ser necesaria una mayor capacidad de almacenamiento off-line, solamente se debe ampliar la capacidad del disco.
- El SAM Central dispondrá de un sistema de almacenamiento masivo de datos con el objeto de realizar copias de seguridad.
- El SAM Central sincronizará la fecha y hora del servidor de datos con respecto a un servidor horario disponible en el sistema de CTC vía protocolo NTP y la hora de los SAM Locales, actualizándose simultáneamente la fecha y hora del enclavamiento.
- Se comunicará con los enclavamientos, a través de los correspondientes módulos de diagnóstico.
- Mostrará el estado de las comunicaciones con todos los módulos a los que está conectado.
- La representación gráfica mostrada por el SAM Central para una instalación es la misma que la representada en el sistema local.
- Permitirá la representación en pantalla completa del estado, en tiempo real, (modo On-Line) de uno ó dos enclavamientos pertenecientes a la misma o a distintas zonas (un enclavamiento por monitor).
- El Puesto Central emitirá un aviso visual y/o acústico en el caso de que se produzca cualquier incidencia (fallos, averías y pérdidas/recuperaciones de comunicación).
- Mostrará el nombre del operador que ha iniciado la sesión.
- Permitirá al usuario extraer información de una base de datos con una antigüedad mayor de 3 meses siempre que los datos almacenados en ella sean válidos para la instalación seleccionada.
- Ante la recepción de un fallo, el operador podrá visualizar la lista de posibles causas del fallo y las acciones a tomar, con el objeto de facilitar las tareas de mantenimiento de los enclavamientos.
- Se podrán generar, imprimir y grabar informes de cambios, fallos, averías y contadores a partir de la información disponible en la base de datos, tanto para el SAM Central como para los sistema locales:
- Para cada una de las instalaciones existirá un único fichero de configuración con todos los datos de configuración del SAM. Dicho fichero de configuración será legible e inteligible y estará protegido mediante un CRC (Cyclic Redundancy Code) para evitar su manipulación manual.
- Permitirá especificar los valores iniciales de los contadores de eventos y tiempo (accionamientos y lámparas) configurados en el sistema.

- Permitirá la definición de diferentes zonas de control, de manera que sólo los usuarios que previamente se hayan configurado para cada una de las zonas de control podrán acceder a las funciones de mantenimiento y supervisión correspondientes a dichas zonas.
- Indicará las incidencias en las comunicaciones entre el CDS y el ENCE, así como las averías del CDS.

#### 3.5.4. Operatividad del SAM

El Puesto de Operador del SAM Central dispondrá de, al menos, cuatro niveles diferentes de usuarios:

1. **Observador:** En este nivel de usuario no está permitido interactuar con el programa.
2. **Mantenimiento:** En este nivel están permitidas únicamente las siguientes acciones, en función de la zona que el operador tiene asignada:
  - Configurar y reconocer alarmas.
  - Mostrar u ocultar ventanas hijas.
  - Filtrar cambios de estado y variables.
  - Seleccionar instalaciones.
  - Imprimir y realizar informes.
3. **Supervisor:** Además de las acciones indicadas en el nivel de Mantenimiento, en este nivel está permitido salir de la aplicación, así como el uso de las características de Replay sobre la zona en la que se tengan permisos.
4. **Administrador:** Este nivel no tiene restricciones. Permite además las siguientes acciones:
  - Añadir nuevos usuarios.

- Borrar los usuarios existentes.
- Modificar las claves de acceso de los usuarios existentes.
- Definir las zonas que cada uno de los usuarios puede supervisar.

El sistema dispondrá de dos modos distintos de funcionamiento:

- Modo “Indicaciones” (en tiempo real). En el modo “Indicaciones”, el SAM muestra, en tiempo real, a través de la ventana principal y de las distintas ventanas hijas, los cambios producidos en el/los enclavamientos(s) a medida que estos se produzcan. Estos cambios pueden ser ocupaciones de circuitos de vía, cierres de señal, creaciones de itinerarios, etc. Los distintos aspectos que toman los elementos de los gráficos de los enclavamientos frente a los cambios que se produzcan sobre ellos, se establecerán durante la realización de la ingeniería de detalle de los enclavamientos.
- Modo “Moviola” (en tiempo diferido). En el modo “Moviola” se pueden ver los cambios en el/los enclavamiento(s) que se han almacenado en la aplicación. De esta forma se puede visualizar el estado del/los enclavamiento(s) en un momento pasado. Además, permite que el usuario vea la secuencia de eventos tanto hacia delante como hacia atrás y a distintas velocidades. Todos estos aspectos se pueden configurar a través de una serie de comandos.

#### 3.5.5. Registro de información en el SAM

Dado que el SAM Central registra las informaciones de mantenimiento que son recogidas, a su vez, por los SAM Locales, la información disponible es la misma en ambos casos. Por lo tanto, aun cuando la enumeración que sigue refleja las informaciones que el SAM Central dispondrá, es extensiva a la registrada en los SAM Locales.

- Cabina de enclavamientos
  - Estado de las entradas y salidas de la totalidad de las tarjetas que componen los enclavamientos supervisados (en el caso del SAM Local, de las tarjetas que componen su enclavamiento asociado).
  - Estado del correcto funcionamiento de la totalidad de las tarjetas que componen los enclavamientos supervisados (en el caso del SAM Local, de las tarjetas que componen su enclavamiento asociado).
  - Indicación de cuál de los dos sistemas, el principal o el de reserva, está operativo en cada momento, en el caso de configuración Hot Stand-By.
  - Pérdidas de comunicación con el RBC del Sistema de Protección de tren ERTMS.
- Circuitos de Vía
  - Estado de ocupación (libre / ocupado) de cada circuito de vía controlado por el enclavamiento.
- Señalización lateral luminosa
  - Estado de cada uno de los aspectos de las señales (encendido o apagado).
  - Detección de fusión de foco.
  - Aspecto al que está mandada cada señal controlada por el enclavamiento.
  - Tiempo de encendido del foco.
- Accionamientos
  - Posición en la que se encuentra comprobando el accionamiento (a normal, a invertido ó sin comprobación).
  - Número de veces que se ha movido el accionamiento.

- Diagnósis, recibida en el enclavamiento a través de entradas no vitales.
- Mando de contactor para normal (a través de una entrada vital por cada motor).
- Mando de contactor para invertido (a través de una entrada vital por cada motor).
- Mando de contactor para común (a través de una entrada vital por cada motor).
- Sistemas Auxiliares de Ayuda a la Explotación
  - Detector funcionando correctamente.
  - Alarma.
  - Avería.
  - Detector en mantenimiento.
- Protecciones en la manipulación de los ficheros de las bases de datos.

El SAM Central impedirá la manipulación fortuita o malintencionada de los ficheros de las bases de datos en los que se encuentre la información almacenada.

### **3.5.6. Sistema de Ayuda al Mantenimiento remoto de Circuitos de Vía (SAM CV)**

En el caso de líneas ferroviarias en donde haya un número elevado de circuitos, la distancia entre las estaciones suele ser elevada y es imprescindible realizar un buen mantenimiento tanto correctivo como preventivo.

Se proyecta la instalación de un Sistema de Ayuda al Mantenimiento remoto de Circuitos de Vía (SAM CV) para el mantenimiento remoto de los nuevos circuitos de vía de audiofrecuencia, así como la instalación de un ordenador local para el mantenimiento de dichos circuitos en las dependencias de San Telmo, Aeropuerto, Vecindario y Playa del Inglés.

El sistema de mantenimiento remoto permite diagnosticar eventuales averías de los equipos de forma remota, sin la necesidad de estar situado en el cuarto técnico de señalización de la estación en donde esté el equipo averiado, y así poder dar las instrucciones correctas al personal de mantenimiento para que la reparación se haga a la primera.

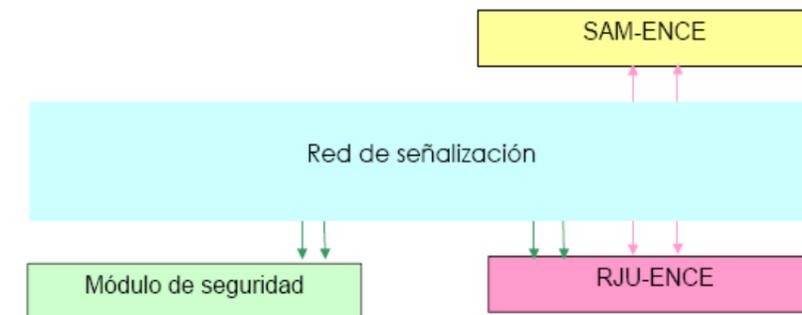
Asimismo, el sistema posee la capacidad de diagnóstico y de alarmas: el sistema dará una alarma avisando cuando el circuito de vía comience a presentar algún problema (aunque siga cumpliendo su función a la perfección) y permitir que en horas valle o sin tráfico se pueda solventar el problema sin esperar a que se produzca una avería que perturbe el servicio.

El mantenimiento remoto de los circuitos de vía se realizará gracias a la conexión entre los transceptores de los circuitos ubicados en las estaciones y un equipo PC local. Los datos son adquiridos por el PC local, mediante un bus serie (Profibus o similar). El PC local transfiere los datos a los servidores centrales del SAM CV a través de una red IP o central de mantenimiento de los circuitos de vía desde donde se tiene el control de todos los circuitos de vía de la instalación bajo supervisión.

### 3.6. REGISTRADOR JURÍDICO (JRU)

Por cada uno de los nuevos ENCE, a instalar en las estaciones de San Telmo, Aeropuerto, Vecindario y Playa del Inglés, se instalará un Registrador Jurídico (JRU).

El Registrador Jurídico tendrá capacidad para almacenar tanto los cambios de estado de las variables del enclavamiento, las averías y fallos que se produzcan y detecten en el mismo, así como las órdenes enviadas al enclavamiento, ya sean manuales desde el PLO y CTC, ya las automáticas generadas por dichos sistemas y el propio enclavamiento.



*Relación Registrador Jurídico - ENCE*

Dado que el principal objetivo del Registrador Jurídico es permitir, en el caso de que se produzca un incidente, la reconstrucción del estado del sistema en el momento en que se produjo dicho incidente, el sistema deberá:

- Impedir el borrado accidental o intencionado de los datos almacenados.
- Permitir a los usuarios debidamente identificados la recuperación de dichos datos, localmente o en modo remoto.
- Estar protegido contra actos vandálicos y fuego.

#### 3.6.1. **Características técnicas**

El Registrador Jurídico tiene las siguientes características técnicas indicadas a continuación:

- El equipamiento hardware del Registrador Jurídico consta de los siguientes elementos:
  - Un PC tipo industrial conectado al enclavamiento vía red Ethernet, con fuente de alimentación redundante, disco duro y tarjeta de red Ethernet redundante.

- El PC industrial no dispone de teclado, ratón, ni monitor, y estará alojado en una caja ignífuga y antivandálica.
- El equipamiento software del Registrador Jurídico es el siguiente:
  - Sistema operativo Windows NT o superior.
  - Un módulo para el almacenamiento de la información requerida en bases de datos.
  - Uno o varios módulos de diagnóstico para la supervisión del enclavamiento.

### 3.6.2. Características funcionales

El Registrador Jurídico recibe de los ENCE la siguiente información:

- Cambios de estado.
- Averías.
- Fallos.

Dichas informaciones, junto con otras tales como: login/logout, cambio de fecha, borrado de buffers, etc., son posteriormente almacenadas localmente en su base de datos, con la marca de tiempo correspondiente a la fecha y hora en la que fueron recibidos.

Con el objeto de evitar confusiones en los días en los que se producen ajustes de horario (tanto de invierno como de verano), todas las fechas que se almacenan en la base de datos se hacen en horario GMT. Las aplicaciones que accedan a estos datos serán las encargadas de hacer las conversiones al horario local.

Asimismo, el Registrador Jurídico recibe tanto del PLO como del SAM Local, asociados al mismo ENCE, la siguiente información:

- Órdenes enviadas al enclavamiento.

- Inicio y fin de sesión.
- Adición / borrado de usuarios.
- Cambio en los permisos de los usuarios.
- Cambio de las claves de los usuarios.

Estas informaciones son posteriormente almacenadas localmente en su base de datos, con la marca de tiempo correspondiente a la fecha y hora en la que fueron recibidos.

Como la capacidad de almacenamiento es limitada, la grabación de la información se estructurará de manera que se garantice la conservación de esta al menos los datos correspondientes a los últimos treinta días, encargándose automáticamente de borrar la información correspondiente a los días anteriores.

Para la consulta de los datos almacenados, los usuarios que accedan a ellos deben autenticarse debidamente, proporcionando "login" y "password". Sin embargo, los usuarios que accedan a ellos no pueden modificar o borrar dichos datos.

La consulta de los datos almacenados puede hacerse utilizando el Sistema de Ayuda al Mantenimiento de enclavamiento (Local o Central).

En caso de registrarse algún fallo en la alimentación, el Registrador Jurídico realiza un cierre ordenado y adecuado de la aplicación, al objeto de evitar que las bases de datos se corrompan y se vuelvan inutilizables.

En el momento en que la alimentación del Registrador Jurídico se reanuda, se producirá un reinicio automático del sistema, continuando a partir de este momento con el almacenamiento de los datos.

Con el objeto de garantizar el correcto funcionamiento del sistema, éste alcanzará un nivel de integridad de seguridad SIL 2 acorde con la normativa CENELEC UNE-EN -50126, UNE-EN -50128 y UNE-EN -50129.

### **3.6.3. Características de la información almacenada**

El Registrador Jurídico almacenará toda la información procedente del SAM, de las operaciones realizadas por el equipamiento de cabina del ENCE y las informaciones provenientes de los diferentes elementos que forman el sistema de señalización.

Del mismo modo se registrarán las indicaciones, alarmas y operaciones de los distintos sistemas instalados en vía, tales como: detectores de caída de objetos, entre otros.

### **3.6.4. Integración en la Red Unificada de Señalización y Detectores**

Cada Registrador Jurídico proyectado se integrará en la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD), mediante la cual se relacionará con el ENCE asociado, así como con los Sistemas de Ayuda al Mantenimiento (SAM) y el Puesto Local de Operación (PLO).

## **3.7. COMUNICACIONES DE LOS SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN**

Según se ha expuesto en los apartados anteriores, los distintos equipos que integran los sistemas de señalización presentan unas necesidades de comunicaciones para el intercambio de información con el resto de equipos con los que están relacionados en el desempeño de sus funciones.

Cada enclavamiento necesita, para el control de la sección de vía que tiene asignada, la comunicación entre la unidad de módulo vital de proceso y sus controladores de objetos vitales.

Asimismo cada ENCE se comunica con sus colaterales, para el intercambio, entre otras, de la información relativa a los bloqueos.

Asociado a cada ENCE se ha proyectado un Puesto Local de Operación (PLO) para el mando local del enclavamiento y otros equipos que también están vinculados a cada enclavamiento,

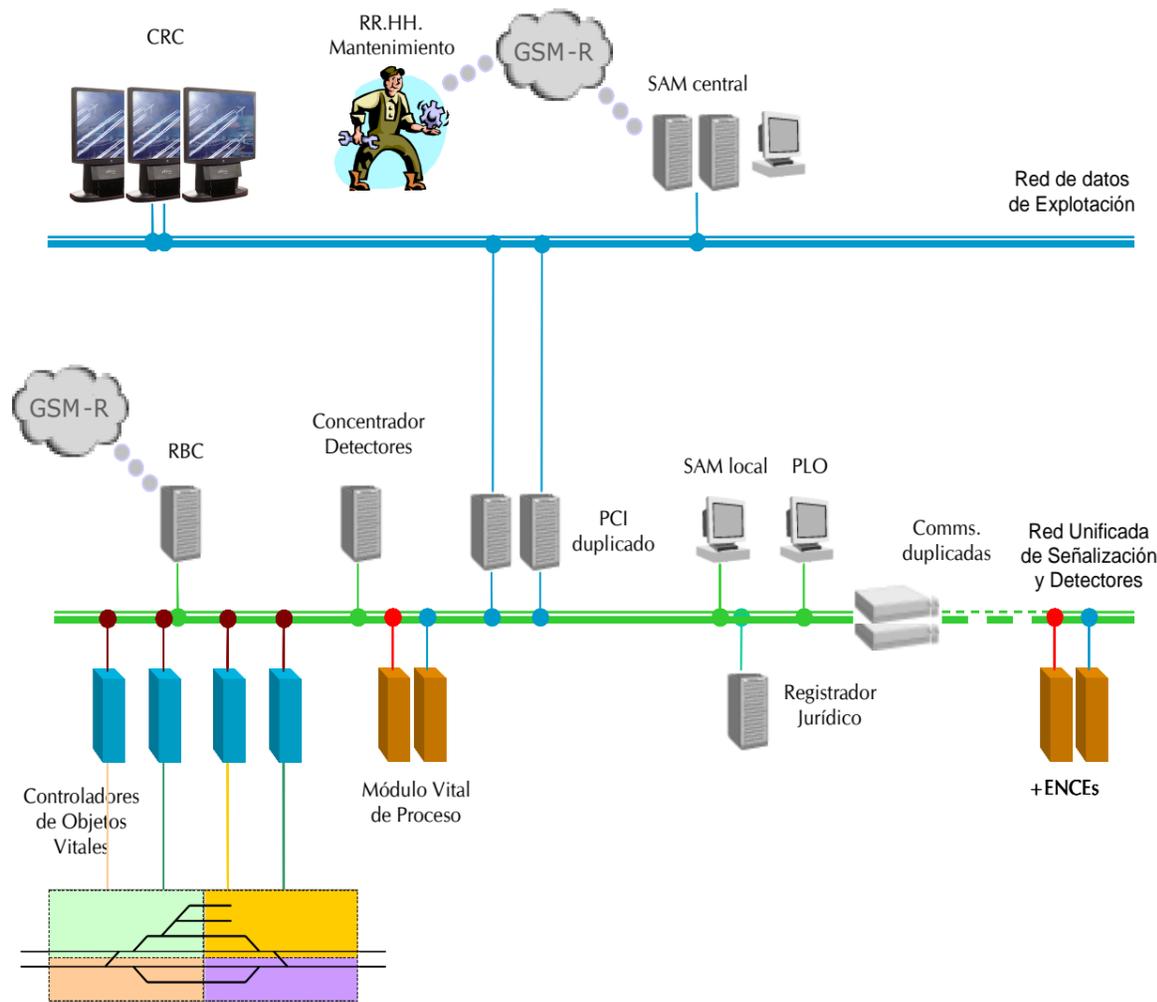
como son el Registrador Jurídico y el Sistema de Ayuda al Mantenimiento (SAM), además, los ENCE se comunicarán con otros sistemas externos a señalización, concretamente con los RBC y los concentradores de detectores.

Todas las comunicaciones se realizan por medio de la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD), consistente en una red doble LAN Ethernet a la que están conectados todos los equipos enumerados, localizados en los distintos cuartos técnicos previstos.

Por otra parte, los ENCE deben comunicarse con otros sistemas remotos para el telemando de los enclavamientos, es decir, con el CTC, e igualmente debe haber comunicación entre los equipos del SAM Local y SAM Central.

Todos esos sistemas están conectados a otras redes (servicios de alta disponibilidad), diferentes de la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD). Para conseguir las comunicaciones descritas, se proyectan los Puestos de Comunicaciones Intermedios (PCI), que estarán conectados a todas esas redes. El PCI es la puerta de entrada en el ENCE para el CRC.

En la siguiente figura, se muestra la arquitectura global de las comunicaciones a establecer entre los diferentes sistemas de señalización. La descripción de estas redes se encuentra en el Anejo nº 6. Telecomunicaciones Fijas, del presente Anteproyecto.



Arquitectura Global de las Comunicaciones

La configuración elegida para el tramo objeto del presente Anteproyecto es similar a la existente en las líneas de Alta Velocidad de ADIF, siendo sus características principales las siguientes:

- Se dispone de dos redes diferenciadas, la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD) y la red de Servicios de Alta Disponibilidad (SAD), lo que permite limitar el acceso desde la red operativa a la red de señalización mediante listas de acceso restringido.

- Las dos redes citadas disponen de arquitecturas redundantes, lo que las convierte en redes de alta disponibilidad. Ambas tienen redundancia de equipos y de caminos.
- La conexión entre ambas redes se realiza a través de un único equipo, el Puesto de Comunicaciones Intermedio (PCI), que también se halla duplicado.
- Todos los equipos vitales de señalización (ENCE, RBC y concentrador de detectores) utilizan el mismo protocolo de comunicaciones.

A continuación se describen los diferentes tipos de comunicaciones necesarias para los sistemas de señalización.

### 3.7.1. Comunicación entre módulos del ENCE

La comunicación entre los diferentes elementos que forman el Enclavamiento Electrónico (ENCE) (Módulo de proceso y Controladores de Objetos Vitales) se realiza a través de un protocolo de seguridad, de acuerdo con los requisitos de CENELEC 50129-2 que enlaza mediante un protocolo Ethernet.

La comunicación física se efectúa a través de la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD), tanto con los módulos ubicados en la misma sala que la unidad central del ENCE, como los ubicados en el resto de las dependencias pertenecientes al ámbito del enclavamiento.

#### 3.7.1.1. Comunicación entre el ENCE y el PLO

La comunicación se realiza a través de la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD) con el módulo vital de proceso del ENCE. El nivel de comunicaciones lleva un protocolo que protege contra mensajes corrompidos y mensajes retrasados, repetidos o fuera de secuencia.

#### 3.7.1.2. Comunicación entre el ENCE y el Registrador Jurídico

La comunicación se realiza a través de la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD) con el Módulo Vital de Proceso del ENCE. Al igual que en el caso del PLO, el nivel de comunicaciones lleva un protocolo que protege contra mensajes corrompidos y mensajes retrasados, repetidos o fuera de secuencia.

#### 3.7.1.3. Comunicación entre el ENCE y el SAM Local

La comunicación se realiza a través de la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD) con el módulo de proceso del ENCE. Al igual que en el caso del PLO, el nivel de comunicaciones lleva un protocolo que protege contra mensajes corrompidos y mensajes retrasados, repetidos o fuera de secuencia.

#### 3.7.1.4. Comunicación entre ENCE

La comunicación entre ENCE se realiza a través de un protocolo de seguridad acorde con los requisitos de CENELEC 50129-2 que enlaza mediante un protocolo Ethernet.

La comunicación física se efectúa a través de la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD).

#### **3.7.2. Comunicaciones con el sistema ERTMS**

El ENCE se comunicará con los RBC para el traspaso de información de ERTMS Nivel 2. A continuación, se detallan las características de estas comunicaciones.

#### 3.7.2.1. Comunicación entre el ENCE y LEU

El interfaz de comunicaciones está basado en una comunicación en red y es el mismo que se utiliza para las comunicaciones entre ENCE y entre módulo vital de proceso y controladores de objetos. La conexión física se realiza mediante la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD).

Respecto de la seguridad, el protocolo cumple con los requisitos CENELEC UNE-EN 50129-2.

#### 3.7.2.2. Comunicación entre el ENCE y el Radio Block Center (RBC)

La interface de comunicaciones está basado en una comunicación en red y es el mismo que se utiliza para las comunicaciones entre ENCE y entre módulo vital de proceso y controladores de objetos. La conexión física se realiza mediante la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD).

Respecto de la seguridad, el protocolo cumple con los requisitos CENELEC 50129-1 y 50129-2.

#### **3.7.3. Comunicaciones con el equipo concentrador de detectores**

El ENCE se relacionará con un equipo concentrador de los siguientes detectores de campo:

- Detectores de Caída de Objetos a la vía (DCO).
- Detectores de Cajas Calientes (DCC).
- Sistema de Control de Viento Lateral (SCVL).

Para la comunicación entre el ENCE y el equipo concentrador se utiliza el mismo protocolo de seguridad (acorde con los requisitos de CENELEC 50129-2) que para las comunicaciones del ENCE con el RBC, con lo que se consigue una muy buena integración de los diferentes sistemas.

La comunicación física se efectúa a través de la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD).

El Interface entre el Concentrador de Detectores y el enclavamiento será de acuerdo a la instrucción DICT-I-F-DET-01 de ADIF. Así mismo, la representación y mensajes de los detectores en el PLO será de acuerdo a la mencionada instrucción.

#### **3.7.4. Comunicaciones con el Puesto de Comunicaciones Intermedio (PCI)**

El Puesto de Comunicaciones Intermedio (PCI) es el dispositivo que conecta el ENCE con los servicios de alta disponibilidad, convirtiéndose en la puerta de acceso al ENCE de los sistemas del CRC.

Por el lado del enclavamiento, se conecta a la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD), utilizando el mismo protocolo que todos los sistemas descritos anteriormente. De esta manera se separan y aíslan de forma física y lógica las dos redes de comunicación.

#### **3.7.5. Comunicaciones con el Centro de Regulación y Control**

Los ENCE del tramo se deben comunicar con el CRC. Cada enclavamiento y el sistema de CTC (integrado en el CRC de Edificio de Gerencia) intercambiarán la información necesaria para poder realizar el telemando de los equipos de señalización.

El interfaz de comunicaciones se consigue por el lado del sistema de CTC a través del FEC (Front-End de comunicaciones), y por el lado de los enclavamientos a través de los PCI. El protocolo de comunicaciones de aplicación a utilizar entre los equipos FEC y los equipos PCI será CORBA. Ambos equipos estarán duplicados por motivos de disponibilidad y la conexión se realizará a través de los servicios de alta disponibilidad.

#### **3.7.6. Comunicación SAM Local y SAM Central**

El Sistema de Ayuda al Mantenimiento Central (SAM Central) estará instalado en el CRC. Los equipos SAM Centrales se conectan con los SAM Locales ubicados en los enclavamientos a través de los servicios de alta disponibilidad.

#### **3.7.7. Comunicación del SAM Central con los operarios de mantenimiento**

El sistema SAM Central estará diseñado para comunicarse con los SAM Locales en caso de detectarse la necesidad de una acción correctora de mantenimiento. Asimismo, será capaz de generar mensajes de aviso a los operarios de mantenimiento a través de la red GSM-R prevista en el tramo.

### **3.8. SEÑALES**

El sistema de señalización lateral luminosa, basado en señales de focos luminosos y pantallas alfanuméricas indicará a los maquinistas la información referente a las condiciones de circulación que tienen que tener en consideración.

Se ha proyectado la instalación de señales luminosas con focos de LED a lo largo del tramo objeto del presente Proyecto. Todas las señales que deban ser instaladas se ajustarán a las especificaciones técnicas de ADIF vigentes, que son la nº 03.365.001.1 sobre "Suministro de señales altas" y la nº 03.365.002.9 sobre "Suministro de señales bajas", pero con focos de LED y cabeza adaptada al tipo y número de focos que se instalan en las Líneas de Alta Velocidad, de acuerdo con las especificaciones siguientes:

- Suministro e instalación de señales laterales luminosas.
- Especificaciones de requisitos funcionales y técnicos de los focos luminosos de diodos LED de alta luminosidad para las señales laterales luminosas de las Líneas de Alta Velocidad

- Características de diseño y de fabricación de las señales laterales luminosas de las líneas de alta velocidad.

Los tipos de señales a instalar son los que se detallan a continuación:

- Señales de entrada: altas de tres focos (verde intermitente, rojo y amarillo), con piloto blanco.
- Señales de entrada: altas de cinco focos (verde intermitente, rojo, blanco, azul, amarillo).
- Señales de entrada: altas de cinco focos (verde, rojo, blanco, azul intermitente, amarillo).
- Señales avanzadas: altas de tres focos (verde intermitente, rojo y amarillo).
- Señales avanzadas: altas de cuatro focos (verde intermitente, rojo, ciego y amarillo).
- Señales avanzadas: altas de cuatro focos (verde, ciego, ciego y amarillo).
- Señales de salida: altas de cinco focos (verde intermitente, rojo, blanco, ciego y amarillo).
- Señales de retroceso: bajas de cuatro focos (un foco rojo y tres focos blancos).
- Señales de maniobra: bajas de dos focos (rojo y blanco).
- Señales de bloqueo: altas de tres focos (verde intermitente, rojo y amarillo).

Además, se dotará de pantallas alfanuméricas indicadoras de velocidad a las señales que muestren aspecto de “anuncio de precaución” (verde-amarillo más número) o “preanuncio de parada” (amarillo más número), según describe el Reglamento General de Circulación (RGC) de ADIF. El suministro de estas pantallas se realizará de acuerdo a la Especificación Técnica nº 03.365.006.0 “Suministro de señales alfanuméricas”, con el número de indicaciones que determine el Programa de Explotación definitivo.

El número y tipo de indicaciones de las pantallas de señal de avanzada o señal con pantalla se corresponden con:

- Paso por desviada en las agujas de entrada y velocidad a su paso.

- Amarillo + indicación de velocidad por falta de distancia de frenado entre las señales siguientes consecutivas.

Los criterios para su denominación están descritos en el documento de ADIF “Norma para la designación de vías y componentes de la superestructura de red”.

Para el mando y control de las señales laterales luminosas se emplearán cables multiconductores con factor de reducción, con objeto evitar o minimizar las posibles perturbaciones electromagnéticas producidas por la corriente de tracción o cualquier otra causa del entorno de la línea.

En todas las señales de nueva instalación, se ha previsto la dotación de los equipos de tierra.

### **3.8.1. Indicaciones de las señales**

Los aspectos, las indicaciones y las órdenes de las señales serán conformes con las Prescripciones Técnicas y Operativas de circulación y seguridad (PTO) así como el Reglamento General de Circulación (RGC) de ADIF.

### **3.8.2. Denominación de las señales laterales luminosas**

Las identificaciones de las señales que se han definido para la línea son las siguientes:

- Señales de salida (S) de las estaciones, apartaderos y bifurcaciones
- Señales de entrada (E) a las estaciones, apartaderos y bifurcaciones.
- Señales avanzadas (E') de dichas señales de entrada.
- Señales de bloqueo situadas en trayecto, denominación según el hectómetro de su situación

- Señales avanzadas de dichas señales de bloqueo, denominación según el hectómetro de su situación.
- Señales de los mangos y de maniobra (M), en estaciones y apartaderos.
- Señales de retroceso (R), para maniobras sobre vía general.

Los criterios para su denominación están descritos en el documento de ADIF “Norma para la designación de vías y componentes de la superestructura de red”.

### 3.9. CIRCUITOS DE VÍA

La detección segura de presencia de trenes y vehículos que circulen por el tramo objeto del presente Anteproyecto se realizará mediante circuitos de vía de audiofrecuencia, sin juntas mecánicas de separación y alimentados a distancia. No obstante, en los tramos de vía única, se proyecta, además, la instalación de contadores electrónicos de ejes como sistema alternativo de detección de trenes.

Los circuitos de vía de audiofrecuencia garantizarán una detección segura y precisa de la presencia de trenes y material rodante en los distintos tipos de secciones de vía de la línea, es decir, de trayecto, de estacionamientos, de desvíos, semiescapes, cruzamientos, travesías, mangos, etc. Dicha función estará garantizada para todas las condiciones de operación de la línea en cuanto a velocidad, electrificación y material rodante.

El principio básico de funcionamiento se basará en un emisor de señal que se conecta a los carriles para alimentar la sección de vía en cuestión, y en uno o varios receptores que reciben dicha señal cuando la sección está libre. Al entrar un tren en la sección, sus ejes cortocircuitan los carriles y alguno o todos los receptores dejan de recibir la señal, lo cual se traduce en una indicación de sección de vía ocupada.

El alcance de los circuitos de vía de audiofrecuencia depende, a su vez, de la resistencia del balasto que se tome como nominal, es decir, del parámetro distribuido al cual la supervisión del circuito debe ser la correcta, sin que se produzca ocupación intempestiva por cualquier

circunstancia, incluida las variaciones que se producen por cambio de las condiciones ambientales o meteorológicas. Se considera para el diseño  $3 \Omega \cdot \text{km}$ , inferior siempre a la existente.

Los circuitos de vía de audiofrecuencia serán inmunes a las perturbaciones producidas por la corriente de tracción de los sistemas de electrificación.

Dichos circuitos serán, igualmente, inmunes a las perturbaciones producidas por el material rodante (convertidores, motores, etc.), así como a aquellas producidas por los trenes con sistemas de frenado por corrientes de Foucault, y en general a cualquier sistema instalado en el entorno de la línea: GSM/UMTS público y GSM-R, subestaciones eléctricas, etc.

#### 3.9.1. **Características de seguridad**

Considerando las características del nuevo tramo objeto del presente Anteproyecto, se deberá garantizar un nivel de integridad de seguridad SIL 4, de acuerdo a los criterios definidos en las normas UNE-EN 50126, UNE-EN 50129 y UNE-EN 50128 de CENELEC. Si se utilizasen equipos de seguridad desarrollados anteriormente a dichas normas, deberá justificarse que se obtiene un nivel de seguridad equivalente.

Los componentes críticos para la seguridad deberán tener los correspondientes certificados de seguridad, así como certificados de aceptación de las administraciones ferroviarias donde se utilicen.

#### 3.9.2. **Características específicas de seguridad**

Los circuitos de vía de audiofrecuencia son uno de los elementos críticos para la seguridad del sistema de señalización de las Líneas de Alta Velocidad. La seguridad de la instalación de los circuitos de vía se conseguirá en base a varios factores:

- Se deberá proporcionar la evidencia necesaria de que el circuito de vía tiene el nivel de integridad requerido mediante el dossier de seguridad correspondiente, teniendo en cuenta las condiciones de entorno en las que va a funcionar.
- Una correcta planificación de la instalación, teniendo en cuenta que circuitos de vía adyacentes y contiguos usarán frecuencias diferentes. Ningún circuito de vía tendrá la misma frecuencia que su contiguo, ni que el paralelo de la vía adyacente, disponiéndose de un número de frecuencias suficiente para evitar problemas de diafonía.
- Deben ser codificados mediante código de bits.
- Se usarán cables independientes para los emisores y para los receptores, y estos cables serán independientes para cada una de las vías.
- Transmisión segura de la información de los circuitos de vía al ENCE. En cada cuarto técnico de señalización existirán módulos del enclavamiento que recibirán esta información.
- El equipo interior dispondrá, a su vez, de entradas de seguridad (dos contactos libres de potencial por cada una de las informaciones a suministrar) en número suficiente para recibir la información proporcionada desde el enclavamiento relativa a la ocupación de los circuitos de vía (libre u ocupado) donde se encuentra cada paso superior y boca de túnel. En éste sentido se deberá prever una entrada por cada una de las vías que corta el paso o boca de túnel.
- Un mantenimiento adecuado: se dimensionarán las tareas de mantenimiento y su periodicidad de forma que se mantenga, además de la disponibilidad de la instalación, el nivel de seguridad requerido.

#### 3.9.2.1. Dossier de Seguridad

El adjudicatario presentará evidencias suficientes de que se obtiene el nivel de integridad requerido mediante un dossier de seguridad del sistema completo y los relacionados con el mismo de los subsistemas o elementos que componen el sistema de circuitos de vía de audiofrecuencia.

El dossier de seguridad incluirá también, las comunicaciones e intercambios de información que se efectúen entre los distintos módulos que componen el sistema.

En la configuración del sistema de circuitos de vía se deberán distinguir dos tipos de componentes, tanto del hardware como del software: componentes vitales y no vitales.

Los componentes vitales tienen que asegurar una respuesta segura frente a cualquier variación en las condiciones de funcionamiento, es decir, modificación de estados de entrada, salida o procesos internos. El diseño de los circuitos de vía deberá garantizar que cualquier fallo crítico para la seguridad producido en su funcionamiento es detectado inmediatamente, llevando al sistema a una situación de estado seguro conocido.

El nivel de seguridad de los circuitos de vía se garantizará mediante alguna de las técnicas aceptadas para tal fin para este tipo de sistemas electrónicos, tales como:

- 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 para la detección de errores que se produzcan en la transmisión.

Las técnicas utilizadas, tanto para la detección de fallos como para la actuación del sistema, siguiendo principios de diversidad, es decir, existen al menos dos formas o caminos distintos de verificación de sus componentes y procesos.

Las funciones mínimas de seguridad que deberán tener los circuitos de vía de audiofrecuencia para cumplir los objetivos de seguridad son:

- Fallo del sistema, proceso que tiene el sistema de pasar a un estado seguro conocido al detectarse un fallo dentro de sí mismo. Esto se consigue aislando las salidas series y paralelos conectados a los elementos a controlar, dejando el circuito de vía en estado de ocupado.
- Autocomprobación, los microprocesadores utilizados en procesos vitales efectúan comprobaciones continuas de todos sus componentes: autocomprobación de la CPU, de las EPROM, de las RAM, convertidores, y resto de elementos implicados, para verificar su

correcto funcionamiento. Las rutinas de autotest 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 que se intercambian los distintos módulos, mediante códigos adecuados de protección de errores.

Las condiciones anteriores se refieren fundamentalmente al proceso de diseño y desarrollo de los circuitos de vía de audiofrecuencia. 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 que se refiere a:

- Planificación de la instalación
- Control de calidad de la instalación
- Pruebas de aceptación

Un mantenimiento adecuado, detallando las tareas de mantenimiento preventivo necesarias y su periodicidad para conseguir, además de la disponibilidad necesaria, el nivel de seguridad requerido.

### 3.9.2.2. Tecnología

La tecnología de los circuitos de vía de audiofrecuencia a utilizar permitirá una separación entre secciones de vía adyacentes mediante el uso de juntas de separación eléctricas. No se admitirán juntas de separación mecánicas, salvo en los casos previstos de los desvíos (dos juntas

mecánicas para los carriles de unión), y además, en el caso de escapes entre vías generales, otras dos juntas mecánicas de separación entre los dos semiescapes, aproximadamente en el centro de unión entre ellos. En caso de configuración compleja de desvíos, podrá estudiarse la implantación de alguna junta mecánica, pero nunca se implantarán en vías principales.

Se incluirán, para los desvíos y cruzamientos, todas las interconexiones necesarias entre carriles con cable de cobre o aluminio, a fin de garantizar el funcionamiento correcto de los circuitos de vía y la continuidad eléctrica de los carriles, dimensionando adecuadamente los conductores utilizados.

La misma técnica se utilizará cuando el carril presente alguna discontinuidad desde el punto de vista eléctrico, como en el caso de las juntas de dilatación que se instalan en los extremos de los viaductos cuando superan cierta longitud.

Las conexiones a los carriles, cuando no puedan ser soldadas, se efectuarán utilizando las técnicas, materiales y especificaciones que se indican en el documento de ADIF “LAV 2-3XX-\_GIF-XXXX-IN-014-XXX-1ª: Suministro e instalación del sistema de conexión cable-carril por inserto tipo Dubois”, u otra técnica que se encuentre debidamente homologada y aceptada por ADIF.

El circuito de vía funcionará basándose en señales de audiofrecuencia, codificados mediante bits, que garanticen una inmunidad adecuada a las perturbaciones producidas por la corriente de tracción y del material rodante (ver apartado de inmunidad a las perturbaciones), así como el efecto de la diafonía longitudinal y transversal.

En la vía no se instalarán más componentes que los cables de conexión y las cajas de sintonía a los carriles, así como los lazos o elementos de equilibrado de la corriente de tracción dentro de la propia junta eléctrica.

No se dispondrá de elementos electrónicos activos en la vía ni en las juntas eléctricas de separación.

### 3.9.2.3. Longitud de los Circuitos de Vía

Los circuitos de vía de audiofrecuencia deberán funcionar correctamente para cada una de las secciones de vía establecidas, pudiéndose admitir, si la tecnología no lo permite, que para cubrir una sección de vía sea necesario instalar varios circuitos de vía en cascada.

Asimismo, deberá existir la posibilidad de dotar de circuito de vía de audiofrecuencia a secciones de vía específicas en estaciones, de una longitud menor de 100 m (en estos casos la velocidad de circulación de los trenes por dichas secciones de vía será baja, pudiendo detectar el ENCE el paso de las circulaciones).

### 3.9.2.4. Condiciones de detección de presencia de tren

La longitud de la junta eléctrica entre dos circuitos de vía adyacentes será menor de:

- 20 m para los circuitos de vía de trayecto, siendo la resistencia mínima de balasto de  $3 \Omega \cdot \text{km}$ .
- 15 m para los circuitos de vía de estación, siendo la resistencia mínima de balasto de  $3 \Omega \cdot \text{km}$ .

El circuito de vía se ocupará con resistencias de derivaciones de los ejes del tren, iguales o inferiores a:

- $0,5 \Omega$  para los circuitos de vía de trayecto, siendo la resistencia mínima de balasto de  $3 \Omega \cdot \text{km}$ .
- $1,0 \Omega$  para los circuitos de vía de estaciones/apartaderos, de mangos y secciones de vía de maniobras, siendo la resistencia mínima de balasto de  $3 \Omega \cdot \text{km}$ .

Se entiende que el circuito de vía se ocupará en cualquier punto de la vía con dichos valores de shunt, incluido cualquier punto de la junta eléctrica.

Habrá un cierto solapamiento en las zonas de detección correspondientes a la junta eléctrica de 2 circuitos de vía adyacentes, siendo inferior a 7 m para resistencias de derivación del eje del tren entre  $0 \Omega$  y el máximo especificado.

De igual forma no existirá, en ninguna condición de funcionamiento, una zona muerta entre ellos, para resistencias de derivación del eje del tren entre  $0 \Omega$  y el máximo especificado.

Cuando para cubrir una sección de vía sea necesario instalar más de un receptor, se podrán conectar éstos en los equipos de cabina, de forma que se combine la salida de los circuitos individuales en una información totalizada que se entrega al enclavamiento, de forma que:

- Se indicará que la sección está libre cuando todos los receptores que la componen, estén libres.
- Se indicará que la sección está ocupada cuando alguno de los receptores que la componen, estén ocupados.

El circuito de vía (normalmente mediante los equipos receptores) proporcionará la información al ENCE, de su estado libre/ocupado a través de contactos de relés libres de potencial de seguridad. No será necesaria este tipo de interfaz, en caso de circuitos de vía cuyos receptores estén integrados en el ENCE, pudiendo ser una interfaz con elementos de estado sólido, existiendo en este caso la posibilidad de replicar la información del estado del circuito de vía en contactos libres de potencial cuando se requiera para el uso de otros sistemas.

En ambos casos, el sistema entregará toda la información relevante y necesaria de funcionamiento al Sistema de Ayuda al Mantenimiento de las instalaciones de señalización.

### 3.9.2.5. Arquitectura del sistema

La arquitectura del sistema garantizará la independencia entre los circuitos de vía, no afectando el fallo o avería de un circuito de vía a los demás.

La fuente de alimentación será individual para cada circuito de vía. Los equipos entrarán en funcionamiento al aplicarles la tensión de alimentación, no siendo necesaria ninguna actuación de reiniciación.

Las secciones de vía se alimentarán a distancia, centralizándose los equipos en los cuartos técnicos de señalización de las estaciones previstos en la línea, y en las casetas de señalización en trayecto. El sistema funcionará correctamente en todas las configuraciones, teniendo en cuenta que, la distancia máxima desde los emisores y receptores situados en dichos cuartos técnicos hasta las correspondientes unidades de vía será de 6.500 m para los emisores y para los receptores.

#### 3.9.2.6. Configuraciones de Circuitos de Vía

Cada sección de vía estará equipada con un circuito de vía de audiofrecuencia, estableciéndose varias configuraciones según el tipo de sección de vía:

- Sección de vía de estación, mango y de maniobras constituida generalmente por un emisor y un receptor, cuyo equipamiento de vía estará situado en cada extremo de la sección de vía.
- Sección de vía constituida por un emisor central y dos receptores, para secciones de vía de trayecto, de estación de gran longitud, o de maniobras.
- Sección de vía constituida por un emisor y dos receptores, para secciones de vía de desvíos y semiescapes, cuyo equipamiento de vía estará situado en cada extremo de la sección de vía. En el caso de desvíos largos, puede ser necesario un circuito de vía adicional para cubrir la longitud requerida.
- Para las secciones de vía de varios desvíos o semiescapes, la configuración del circuito de vía sería necesario disponer de al menos 3 receptores, o bien, disponer de más de un circuito de vía.

No se admitirá para los circuitos de vía de los desvíos o semiescapes la conexión, en paralelo mediante cables, de los carriles de la vía directa con la vía desviada.

Los componentes que se instalen en vía serán elementos pasivos.

Se utilizarán las configuraciones más adecuadas en cada caso para cubrir las secciones de vía en las que se han dividido el tramo de la línea, garantizando siempre el funcionamiento correcto de los circuitos sin que se produzcan ocupaciones intempestivas al cambiar las condiciones ambientales o meteorológicas.

#### 3.9.2.7. Número disponible de frecuencias

Se dispondrá del número de frecuencias suficiente para configurar adecuadamente las secciones de vía de estaciones, apartaderos, bifurcaciones y trayectos, teniendo en cuenta los posibles problemas de diafonía entre secciones de vía paralelas, contiguas y adyacentes.

Se dispondrá de un número adecuado de frecuencias, tanto para los circuitos de vía de trayecto como para los circuitos de vía de estaciones. En cualquier caso, se deberá justificar su solución, siempre asegurando la inmunidad a las perturbaciones electromagnéticas y la inexistencia de problemas de diafonías.

#### 3.9.2.8. Elementos constituyentes del Sistema

Se pueden clasificar en dos grupos:

- Equipos interiores en cuartos técnicos de señalización, que incluyen, entre otros:
  - Emisores.
  - Receptores e interfaces de interconexión con el ENCE.
  - Fuentes de alimentación.
  - Bastidores.
  - Elementos adicionales necesarios.

- Elementos exteriores en vía, entre los que se incluyen:
  - Juntas eléctricas de separación de circuitos.
  - Lazos o elementos de unión entre carriles, de cobre, que garanticen el retorno de la corriente de tracción por ambos carriles, limitando la diferencia de potencial entre ambos.
  - Cajas de sintonía.
  - Cajas de terminales o de conexión.
  - Acometidas desde las cajas a la vía con cable de cobre.
  - Conexiones de puesta a tierra.
  - Conexiones de retorno o elementos de equilibrado de la corriente de tracción con cable de cobre, de la corriente de tracción en carriles en los desvíos, en las juntas de dilatación, etc., en general en cualquier punto de la vía que tenga alguna interrupción y sea necesaria continuidad eléctrica.
  - Elementos adicionales que sean necesarios.
  - Cables principales y secundarios.

Los equipos interiores se alimentarán a partir del sistema de alimentación ininterrumpida del cuarto técnico de señalización de la estación.

Los dispositivos instalados en vía incluirán elementos de protección específicos que garanticen una protección efectiva frente a sobretensiones y descargas atmosféricas. Estos dispositivos serán adicionales a las puestas a tierra de los elementos instalados en la vía.

Las unidades de sintonía y los lazos realizan el acoplamiento a la vía, y la separación entre circuitos de vía adyacentes. En vía, se situarán las cajas de distribución, donde se realizará el entronque de los cables principales y secundarios, y las unidades de conexión de vía de los emisores y receptores. Los equipos electrónicos de supervisión de estos circuitos se concentrarán

en la cabina de cada enclavamiento. La conexión de los lazos a la vía se ha previsto mediante contacto insertado en el alma del carril, según las especificaciones técnicas aprobadas por ADIF. Se utilizarán terminales de pala de aluminio, para la unión del cable con la conexión de vía.

#### 3.9.2.9. Retorno de la corriente de tracción

Los circuitos de vía deberán proveer un retorno seguro y equilibrado de la corriente de tracción a través de ambos carriles, lo cual no debe impedir el funcionamiento correcto de los mismos. Para ello, se deben establecer, cada cierta distancia, uniones entre ambos carriles que permitan una distribución uniforme de la corriente de tracción entre los dos carriles, limitando las diferencias de potencial entre ellos a unos valores seguros.

Las uniones entre los carriles podrán consistir en lazos o elementos inductivos que proporcionen una baja impedancia a la frecuencia de 50 Hz de la corriente de tracción. La sección de los conductores de dichos elementos, así como la de los cables que se utilicen para conectarlos a los carriles serán de cobre o aluminio, y se dimensionará de acuerdo a las corrientes máximas previstas en el sistema de electrificación. Así pues, soportarán sin que ello produzca daños o deterioros en dichos elementos, las corrientes expresadas en el capítulo de las condiciones de entorno de la línea.

La separación máxima entre 2 elementos de unión de carriles para el equilibrado del retorno de la corriente de tracción no superará los 1.000 m, ni será inferior a 450 m (excepto en casos excepcionales en alguna estación).

#### 3.9.2.10. Inmunidad a perturbaciones

Los circuitos de vía serán inmunes a las perturbaciones producidas por la corriente de tracción de los sistemas de electrificación:

- 2 x 25 kVca.

- 1 x 25 kVca.
- 3 kVcc (previsto para esta línea).

Serán igualmente, inmunes a las perturbaciones producidas por el material rodante (convertidores, motores, etc.), así como a aquellas producidas por los trenes con sistemas de frenado por corrientes de Foucault, y en general a cualquier sistema instalado en el entorno de la línea: GSM/UMTS público y GSM-R, subestaciones eléctricas, etc.

#### 3.9.2.11. Funcionamiento en las líneas de alta velocidad

Se deberán proporcionar evidencias (proporcionando razones del retorno de corriente más que de tensión) del funcionamiento correcto de los circuitos de vía de audiofrecuencia, en cualquier configuración, circulando trenes a las velocidades establecidas en la línea.

#### 3.9.2.12. Compatibilidad con otros sistemas instalados

El adjudicatario demostrará la compatibilidad de los circuitos de vía con otros elementos de señalización y supervisión, entre otros, los componentes del sistema ERTMS en vía y embarcado, detectores de cajas calientes, detectores de impactos verticales, subestaciones eléctricas, GSM/UMTS público y GSM-R, etc.

#### 3.9.2.13. Mantenimiento

Los circuitos de vía estarán diseñados de forma que se faciliten los trabajos de mantenimiento de los mismos, tanto a nivel preventivo como correctivo. Para ello, dispondrán de los elementos indicadores de funcionamiento necesarios, los puntos de medición y ajuste serán fácilmente accesibles, no se requerirá el uso de instrumentos numerosos o complejos, y las reparaciones en

caso de incidencias se efectuarán mediante el cambio de módulos o tarjetas. El número de módulos o tarjetas diferentes será el mínimo posible.

El adjudicatario incluirá en el informe RAMS, las condiciones generales y específicas para las tareas de mantenimiento.

#### 3.9.2.14. Sistema de Ayuda al Mantenimiento de los Circuitos de Vía

En las dependencias se instalará un PC Local para el Sistema de Ayuda al Mantenimiento de los Circuitos de Vía (SAM CV), que a través de una conexión en bus (Profibus ó similar), establecerá comunicación con los equipos interiores de los circuitos de vía.

A su vez, estos PC Locales estarán conectados remotamente a los servidores instalados en el Puesto de Mantenimiento Central, donde se puede tener el control y mando de todos los circuitos de vía de audiofrecuencia de su entorno.

Si la empresa instaladora de los circuitos de vía, en el momento de su instalación, no dispone del SAM CV, debe garantizar que en el plazo de un año, como máximo, a partir de la puesta en servicio de dichos circuitos de vía, debe disponer del SAM CV servicio.

### 3.10. CONTADORES DE EJES

En los tramos de vía única, se proyecta la instalación de contadores electrónicos de ejes como sistema alternativo de detección de trenes.

Cada punto de detección instalado, incluirá el juego doble de cabezas detectoras, la caja de conexión con el equipo de transmisión y todos los elementos de anclaje y de conexión de cada uno de ellos. Dichos puntos de detección se controlarán desde un equipo para la evaluación de contadores electrónicos de ejes a instalar en la dependencia correspondiente.

Los contadores de ejes son dispositivos que localizan al tren en una determinada sección de vía, por medio de la contabilización del paso de ejes en los extremos de la sección. El enclavamiento recibe una información de ocupación / liberación de la sección de vía controlada por el evaluador de forma segura.

El sistema electrónico de contador de ejes se compone de un equipo interior o evaluador de contadores de ejes (unidad de proceso central) y de equipos exteriores o puntos de detección de ejes.

Las secciones de vía controladas por contadores de ejes se podrán hallar en los siguientes estados:

- Libre. En ninguno de los dos extremos de la sección de vía se han contado ejes o en uno de los dos extremos se han descontado correctamente.
- Ocupado. En uno de los extremos de la sección de vía se ha contado un número de ejes distinto de cero.
- En avería o alterado: Si en un extremo de la sección de vía se ha contado un número de ejes y posteriormente en el otro extremo se ha contado un número distinto de ejes.
- En prenormalización: Una sección de vía en avería se pone en prenormalización para que pase un tren por dicha sección y si las cabezas lectoras de cada extremo cuentan correctamente los ejes, la sección de vía quede normalizada. Si hay una sección de vía en prenormalización, las señales que protegen dicha sección deberán estar cerradas y el tren que acceda a esta sección deberá ir en marcha a la vista, por si realmente se hubiera quedado algún vehículo en la sección.

El sistema completo de contadores de ejes se supervisa continuamente, de manera que las posibles perturbaciones o fallos, incluyendo el desajuste o desmontaje en carril de las cabezas detectoras que integra cada punto de detección de ejes, siempre produzcan la anulación de “libre”.

Todos los elementos del sistema electrónico de contadores de ejes a instalar serán homologados por ADIF, de acuerdo con la especificación técnica nº 03.365.310.6 sobre “Suministro de sistemas contadores electrónicos de ejes”.

Se describen, a continuación, las unidades principales que constituyen la configuración básica del sistema electrónico evaluador de contadores de ejes elegido para el diseño.

### **3.10.1. Equipo interior o evaluador de contadores de ejes**

El equipo interior o evaluador de contadores de ejes se encargará de supervisar un tramo de vía o cantón y, en su caso, de realizar funciones de bloqueo.

Esta unidad procesará las señales procedentes de la unidad electrónica de vía de los puntos de detección, la información procedente de los evaluadores de contadores de ejes colaterales, y determinará la ocupación o liberación segura del tramo de vía o cantón supervisado y, en su caso, realizará las funciones de bloqueo, proporcionando en sus salidas vitales la información correspondiente que intercambiarán con el enclavamiento.

Tendrá una configuración dual de procesadores y se ubicará en la cabina de enclavamiento de cada estación.

El evaluador de contadores de ejes controlará el estado de las entradas y salidas del sistema, para que ante cualquier discordancia entre el estado actual y el demandado lleve al sistema al estado de condición segura. Dichos procesadores, cruzarán información constantemente y la compararán antes de ejecutar cualquier función. Una vez que se haya validado que dicha información es coincidente en ambos procesadores, proporcionará la indicación segura de vía libre u ocupada. Si se detectara un fallo, el sistema dará la indicación de ocupado.

El software empleado, en esta unidad, cumplirá la norma UNE-EN 50128 “Software para Sistemas de Protección y Control de Ferrocarril”.

El evaluador de contadores de ejes dispondrá de dos canales de comunicaciones a 4 hilos, con una velocidad de transmisión de 1200 bit/s, capaces de direccionar cada uno de ellos un máximo

de 8 puntos de detección de ejes, y otros cuatro canales del mismo tipo para poder comunicarse con evaluadores de contadores de ejes adyacentes, mediante un enlace punto a punto.

Dispondrá, además, de un canal serie, según UIT V24, para diagnóstico local, o, en su lugar, dispondrá de un equipo de diagnóstico integrado.

Se utilizará un sistema de transmisión abierto para comunicar los evaluadores de contadores de ejes de las estaciones, siendo necesario que esta comunicación disponga de los medios apropiados para protegerla, para lo cual deberá cumplir la norma CENELEC UNE-EN 50159-2 “Comunicación de Seguridad en Sistemas de Transmisión Abiertos”.

El protocolo de comunicaciones debe garantizar la identificación positiva de origen/destino, la integridad, unicidad y secuencia de los mensajes, a fin de proteger el sistema de accesos indebidos y detección de errores en alguno de los componentes que forman el sistema.

La comunicación entre el evaluador de contadores de ejes y el correspondiente enclavamiento se realizará mediante entradas y salidas vitales por puerto paralelo o puerto serie, ambas opciones serán válidas. Esta unidad vital de comunicaciones con el enclavamiento está considerada como parte integrante de la unidad de bloqueo y evaluación de ejes. Cuando no sean compatibles los niveles de tensión, protocolos, repetición de información o lógica adicional se empleará un interfaz de relés.

El evaluador de contadores de ejes dispondrá de entradas para la normalización de las incidencias en los cantones y cuando falle un tramo de vía común a dos equipos evaluadores diferentes, se deberá poder normalizar desde cualquiera de ellos.

Esta unidad, incluye el control de todos los puntos de detección de contadores de ejes que se instalen en cada estación, por lo que su dimensionamiento es función del número de puntos de detección de contadores de ejes a proyectar.

De acuerdo con el número de módem internos y que cada módem interno puede controlar 8 puntos de detección de contadores de ejes.

### **3.10.2. Equipo exterior o punto de detección de contadores de ejes**

El equipo exterior o punto de detección de contadores de ejes consta de dos cabezas detectoras inductivas o detector doble de ejes que proporcionan un interfaz seguro con el equipo interior o evaluador de contadores de ejes.

Dichas cabezas detectoras se montarán en el carril, en el punto kilométrico que corresponda, y sirven para detectar la presencia del eje o rueda del tren y para determinar el sentido de circulación del tren.

El funcionamiento consistirá, fundamentalmente, en lo siguiente:

- La presencia de la rueda del tren, modificará la configuración del flujo magnético entre las cabezas detectoras de emisión y recepción. La unidad electrónica de vía, a través de sus transmisores/receptores, recibirá esta alteración de información y la tratará mediante sus procesadores, éstos actualizarán su contador interno y generarán las correspondientes señales que serán enviadas, por medio de un módem, al evaluador de contadores de ejes, ubicado en cabina. Una vez evaluadas esas señales por el evaluador de contadores de ejes, éste determinará el estado seguro de libre o, en su caso, ocupado del cantón.
- El sistema completo de contadores de ejes se supervisará continuamente, de manera que las perturbaciones o fallos, siempre produzcan la anulación de “libre”, incluyendo el desajuste o desmontaje del carril de las cabezas detectoras.
- El equipo exterior debe ser inmune a interferencias eléctricas externas, tales como descargas atmosféricas, corte de conexión de las tomas de contacto de trenes, retornos de tracción de corriente alterna con unidades de tren, así como a los sistemas de frenado eléctrico o electromagnético de los trenes.
- Las dimensiones del equipo exterior y su sistema de fijación, permiten su montaje en una zona del carril tal que no es preciso desmontarlo como consecuencia de los posibles trabajos de conservación mecanizada de la vía.

- A cada enclavamiento electrónico se facilitan los estados de cada circuito (libre, ocupado) considerando cada estado como una señal vital de seguridad.

### **3.10.3. Interfaz con el enclavamiento**

El evaluador de contador de ejes proporcionará, con nivel de seguridad SIL4, la información al enclavamiento, de su estado libre/ocupado/en avería/en prenormalización, a través de contactos de relés libres de potencial de seguridad.

### **3.10.4. Comunicaciones del evaluador con los pedales detectores**

La comunicación entre el evaluador y los pedales detectores se realizará mediante un cable de pares, de cuadretes o por fibra óptica, punto a punto. En el caso de que a un mismo cable se conecten varios pedales detectores en estrella o en bus, empleándose varios cables de comunicación entre los pedales y un evaluador, se realizará una distribución de los pedales a los diferentes cables, de manera que una avería de un pedal o un corte del cable no deje ocupadas las secciones de vía de las dos vías principales.

## **3.11. APARATOS DE VÍA**

### **3.11.1. Accionamientos electrohidráulicos**

En el presente Anteproyecto se contempla el suministro, montaje y conexionado de nuevos accionamientos de aguja de los nuevos desvíos y comprobadores.

Se instalarán accionamientos electrohidráulicos de tipo normalizado ADIF. Todos los desvíos que se utilicen serán del tipo de montaje en traviesa de hormigón y en traviesa cajón.

Los accionamientos electrohidráulicos de agujas (motores) y todos sus elementos se montarán fuera del alcance del material móvil de acuerdo al gálibo de seguridad establecido.

Los comprobadores eléctricos de posición de los espadines se fijarán mediante cuatro tornillos sobre las propias traviesas, a fin de evitar las vibraciones o los desplazamientos relativos con la vía por el paso de los trenes.

Según el tipo de desvío proyectado, se instalará el número de accionamientos y comprobadores que corresponda (de uno a tres por desvío).

Será necesario instalar una caja de terminales a pie de cada aparato de vía, incluido el mástil y el basamento de hormigón, donde se conectará el correspondiente cable del motor.

Tras el conexionado de los accionamientos, se realizará una prueba funcional en vacío verificando el correcto funcionamiento de los mismos. Esta operación se podrá realizar simulando la alimentación del accionamiento desde el punto más cercano que disponga de tensión.

El movimiento de los desvíos debe poder ser realizado desde el sistema de mantenimiento, requiriéndose un protocolo de tomas de mando y de cesión para el control de un desvío.

## **3.12. TELEMANDO CENTRALIZADO**

Se ha previsto la instalación de los sistemas de Control de Tráfico Centralizado (CTC) y Centro de Regulación y Control (CRC), para la integración del telemando del nuevo tramo. El sistema de CTC está integrado en la arquitectura del CRC.

El Centro de Regulación y Control (CRC) que se instalará en el Edificio de Gerencia.

La descripción completa del modelo, funcionalidades y arquitectura está incluida en el Anejo nº 5. CRC, del presente Anteproyecto.

## **3.13. RED DE CABLES**

Se ha previsto el tendido de los cables necesarios para las instalaciones de señalización a lo largo de todo el tramo objeto del presente Anteproyecto.

Se utilizarán cables multiconductores y de cuadretes, de acuerdo a las características de cada elemento y de acuerdo a la Especificación Técnica de ADIF nº 03.365.051.6 para el “Suministro de cables para instalaciones de señalización” y sus modificativos vigentes.

Los cables principales tendidos entre los cuartos técnicos o caseta técnica de señalización y las cajas de conexión, y aquéllos secundarios, tendidos entre cajas de conexión y los elementos de campo, que por su longitud son susceptibles de sufrir perturbaciones electromagnéticas, se han previsto con factor de reducción 0,3.

Todos los cables tendidos en túneles, accesos a cuartos técnicos y en general para zonas donde haya personas de forma permanente, tendrán cubierta ignífuga no propagadora de incendios de acuerdo a la citada especificación técnica nº 03.365.051.6.

Las características de los cables y criterios de diseño de la red de los distintos elementos de instalaciones de señalización son los siguientes:

- Se emplearán cables independientes para agrupar los distintos tipos de servicios, separando entre cables de señalización (diferenciando de señales y de motores), cables de contadores de ejes y cables de circuitos de vía; separando, además, en este último caso, los cables de emisión de los de recepción.
- No se instalarán armarios en campo, sino solamente cajas de terminales para la distribución de los cables proyectados.
- Se utilizarán cables de cuadretes, tanto cables principales como secundarios, para los siguientes elementos de campo: señales laterales luminosas, circuitos de vía y contadores de ejes. El diámetro de los conductores será, en general, de 1,4 mm, a excepción de los cables secundarios de los circuitos de vía de audiofrecuencia, en cuyo caso se utilizarán conductores de 0,9 mm de diámetro.
- Se utilizarán cables multiconductores, de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección, tanto cables principales como secundarios, para los motores de agujas. No obstante, también es posible emplear cables de cuadretes para estos servicios.

- Se emplearán, en los casos que así se requiera, cables con factor de reducción adecuado para proteger contra posibles interferencias inductivas. De este modo, los cables principales de instalaciones de señalización se han previsto con factor de reducción 0,3 y los cables secundarios se han previsto sin factor de reducción.
- En cuanto al tipo de cubierta empleado, se han previsto de tipo EAPSP ó CCPSSP en el caso general de los cables de trayecto. Cuando los cables se tienden en túneles, en accesos a cuartos técnicos, entre el cuarto técnico hasta la correspondiente primera caja de conexión de cables, y, generalmente, en zonas donde haya personas de forma permanente, deben tener cubierta ignífuga libres de halógenos y retardadoras de la llama, de acuerdo a lo dispuesto en la citada Especificación Técnica nº 03.365.051.6, por lo que se han previsto de tipo EATST ó CCTSST.

Los servicios de los elementos enumerados se agruparán en distintas tiradas de cables principales, para lo que se utilizan los distintos tipos homologados (cables de 1, 3, 5, 7, 10 y 14 cuadretes; y cables de 4, 7, 9, 12, 19, 27, 37 y 48 conductores).

Asimismo se emplean cables independientes para agrupar los distintos tipos de servicios, separando entre cables de señalización (diferenciando de señales y de motores), cables de contadores de ejes y cables de circuitos de vía.

La distribución de los cables de señalización será independiente para cada una de las vías. En los tramos de vía única, se utilizará para la tirada de cables correspondientes a los elementos, la obra civil más cercana al grupo de señal proyectado.

Los cables de circuitos de vía y de contadores de ejes no deberán ser seriados y serán gestionados como entradas independientes a los enclavamientos. Además para el caso de los circuitos de vía, los cables deberán ser interdependientes para los transmisores y para los receptores.

Queda totalmente prohibido duplicar los hilos desde la cabina hasta los diferentes elementos de campo.

### 3.14. ARMARIOS Y CAJAS DE TERMINALES

Se instalarán nuevas cajas de terminales para la distribución de cables de señalización, incluyendo toma de tierra en cada una de ellas.

En función del número de conductores a embornar en cada caja, se ha previsto la instalación de dos tipos de caja de conexión, una de tipo pequeño con 50 bornas y otra de tipo grande con 100 bornas.

Para la distribución de cables de los circuitos de audiofrecuencia, se proyectan nuevas cajas de terminales independientes, y éstas serán diferentes para los cables de emisión y para los cables de recepción. Igualmente, se han proyectado nuevas cajas para la distribución de cables de señales y motores, así como de contadores de ejes.

### 3.15. CARTELONES Y PANTALLAS DE INFORMACIÓN FIJA

Se ha proyectado el suministro e instalación de cartelones y pantallas de información fija a lo largo del trayecto objeto del presente Anteproyecto, de acuerdo con las especificaciones y criterios de ADIF, así como los de reglamentación RGC, PTO, NEC y cambios de modo ASFA.

Dependiendo del tipo concreto de que se trate, los cartelones podrán instalarse en los postes de catenaria a una altura de 1,65 m o en mástiles específicos con base de hormigón con una conexión a tierra coincidente con la de los postes de catenaria.

La definición y características de los distintos tipos de cartelones, así como los criterios para determinar su ubicación a lo largo de la línea se establecerán por el departamento de Circulación de los Ferrocarriles de Gran Canaria.

La relación de los diferentes tipos de cartelones y pantallas fijas de información proyectados es la siguiente:

- Cartelones informativos

- Cartelón de identificación de cantón de bloqueo.
- Pantallas de proximidad de señal avanzada.
- Límite de maniobras.
- Pantallas fundamentales de electrificación.
- Situación kilométrica.
- Perfil de vía.
- Cambio de signo de la rasante en túneles.
- Anuncio de final de vía. Proximidad a topera o arenero.
- Final de vía / Alto irrebasable.
- Indicadoras de velocidad.
- Indicadoras de dirección.
- Piquete de entrevías.
- Apertura y cierre de flujo de aire.
- Limitación de velocidad:
  - Anuncio de limitación de velocidad.
  - Preanuncio de limitación de velocidad.
  - Comienzo de limitación de velocidad.
  - Final de limitación de velocidad.
  - Cambio de velocidad máxima

- Señales informativas de puntos singulares
  - Viaductos.
  - Túneles.
  - Subestaciones Eléctricas.
  - Estaciones.
  - Apartaderos.
  - Puestos de Bloqueo en Línea.
  - Bifurcaciones.

### **3.16. OBRA CIVIL AUXILIAR**

En los proyectos de plataforma de los distintos tramos se ha previsto la ejecución de la obra civil necesaria para el tendido de los cables de instalaciones de señalización, sistemas de protección del tren y comunicaciones.

De forma general, las actuaciones incluidas en dichos proyectos de plataforma es la instalación de dos canaletas longitudinales, una a cada lado de la plataforma de vía doble, un determinado número de canalizaciones transversales (cruces bajo vías) que conectan las canaletas de ambos lados de la plataforma y las arquetas instaladas en los puntos de intersección de los cruces bajo vías y la canaleta longitudinal.

No obstante, debido a la falta de espacio en los túneles de la línea, los proyectos de plataforma no han instalado las canaletas longitudinales, sino que han reservado espacio en el hastial del túnel (ambos lados) para la instalación de perchas.

Dichas actuaciones se han previsto según las recomendaciones que figuran en las Instrucciones y recomendaciones para redacción de proyectos de plataforma de ADIF IGP 8 “Instalaciones Ferroviarias”, particularmente en la IGP-8.1 “Canaletas y cruces para cables bajo las vías”.

En el presente Anteproyecto se incluirá la ejecución del complemento de la obra civil prevista en los respectivos proyectos de plataforma, fundamentalmente en las zonas de tendido de cables próximas a vía (cables secundarios), en las zonas de más densidad de cables (estaciones, PICV, bifurcaciones, ...) y en los accesos a cuartos técnicos

En general, las actuaciones se realizarán según indica la norma “Sistemas de tendido subterráneo de cables” NAS 310 de ADIF, la “Especificación técnica de arquetas prefabricadas de hormigón” de ADIF y la norma “Obra de tierra. Perforaciones horizontales” NAV 2-1-5.0 de ADIF.

#### **3.16.1. Zanjas**

Se utilizarán para el tendido de los cables secundarios desde las cajas de conexión hasta los diferentes equipos de las instalaciones de seguridad y comunicaciones situados en la proximidad de la vía. Estas zanjas se realizarán normalmente con una profundidad comprendida entre 80 cm y 1m por debajo del nivel del terreno.

Estarán próximas a la vía, por lo que debe respetarse al máximo la profundidad de las mismas, para evitar el deterioro del cable en ellas tendido que pudiera provocar los posibles descarrilos o trabajos de vía.

#### **3.16.2. Canaletas**

La red de canaletas prefabricada de hormigón prevista en los proyectos de plataforma, será utilizada para el tendido de cables primarios y secundarios de los sistemas de señalización y comunicaciones.

La red de canaletas existentes discurre longitudinalmente a lo largo del trazado por ambos lados de la plataforma de vía doble.

En el presente proyecto se han previsto las siguientes actuaciones:

- Reponer las canaletas en las zonas donde exista deterioro de las mismas.
- Complementar la red de canaletas existentes en las zonas de más densidad de cables (estaciones, PICV, bifurcaciones, ...).

### **3.16.3. Canalizaciones**

Las canalizaciones hormigonadas se realizarán en las estaciones y en las proximidades de casetas técnicas. Se realizarán según figura en la citada la norma de ADIF, NAS 310; tal como indica el modificativo nº 1 de la citada norma, los conductos de polietileno corrugado o de material plástico exento de halógenos, metales pesados e hidrocarburos volátiles, serán de uso preferente al PVC.

También se realizarán canalizaciones para el tendido de cables en cruces bajo vías, pasos de andenes, carreteras, etc.

Las canalizaciones bajo vías han de ser perpendiculares a la vía y se realizarán mediante el sistema de perforación horizontal (topo), para ello, se seguirán las indicaciones de la norma NAV 2-1-5.0 de ADIF.

Las canalizaciones serán utilizadas para el tendido de los cables principales desde la canaleta principal hasta los cuartos técnicos ubicados en las estaciones o casetas técnicas o para el tendido de cables en estaciones, así como para efectuar los cruces bajo vías.

### **3.16.4. Arquetas y cámaras**

Se definen las arquetas ó cámaras de registro como los recintos subterráneos, accesibles desde el exterior, cuya aplicación principal es la de facilitar el tendido de cables, entre tramos de canalización subterránea y el alojamiento en su interior de los empalmes y bobinas de carga que durante el tendido de cables hubiera que instalar.

Se instalarán intercaladas entre dos secciones consecutivas de canalización hormigonada (canalizaciones superiores a 48 m), así como en puntos de bifurcación o cambio de dirección o nivel de las canalizaciones y en transiciones de sistemas de tendido de cables.

Igualmente, se ha previsto la instalación de perchas para el tendido y distribución de los cables de instalaciones de seguridad y comunicaciones en cámaras y arquetas.

Las cámaras/arquetas de cruces bajo vías se instalarán a ambos extremos de las canalizaciones transversales (cruces bajo vías), servirán para enlazar los cruces bajo vías con la canaleta principal, a su vez con las canalizaciones de acceso a casetas y edificios técnicos en el lado de implantación de dichas edificaciones.

En ambos extremos de los cruces bajo vías ejecutados se instalarán cámaras o arquetas idénticas.

### **3.16.5. Perchas**

Las perchas a utilizar para el tendido de cables de señalización y comunicaciones estarán formadas por: herraje de sujeción, cuerpo de la percha y fichas.

El conjunto de esta percha se utilizará para la sujeción de cables tendidos en galerías de servicios, túneles, paredes soterradas, e incluso, cámaras cuando en estas no se pongan otros tipos de soporte de cables.

Se ha previsto la instalación en los túneles de la línea de dos (2) hileras de perchas de doce (12) fichas, una a cada lado, para el tendido de los cables de señalización y comunicaciones.

### **3.17. DESARROLLO DE PROGRAMACIÓN, INGENIERÍA, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO**

Se ha previsto la valoración de la ingeniería de aplicación específica correspondiente a enclavamientos, bloqueos y telemando, así como el replanteo y toma de datos necesaria para su realización.

Se considera que la ingeniería de desarrollo está incluida en el precio de los equipos y elementos constitutivos de la instalación.

También se han previsto las partidas necesarias para las pruebas y puesta en servicio, que englobarán todas las pruebas y medidas, tanto lógicas, funcionales y físicas como eléctricas, la entrega de los valores que sean necesarios, para comprobar la funcionalidad correcta de la instalación en conjunto, y las situaciones transitorias necesarias de acuerdo con lo establecido en el presente Anteproyecto y las normas y especificaciones de ADIF.

El coste de las pruebas que el contratista deberá realizar para comprobar el funcionamiento correcto de cada elemento, componente de la instalación, está incluido en el precio del montaje de cada elemento