
**INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y
COMUNICACIONES**

**ANEJO
12**

ÍNDICE

1. Objeto del Anejo. Solución adoptada	1
1.1. Objeto del Anejo	1
1.2. Solución adoptada	1
1.2.1. Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones	1
1.2.2. Comunicaciones ferroviarias	1
1.2.3. Suministro de energía	1
1.2.4. Red de canalizaciones	1
1.2.5. Justificación de la solución adoptada	2
1.2.6. Comunicaciones ferroviarias	4
1.2.7. Suministro de energía	5
1.2.8. Red de canalizaciones	5
2. Normativa de aplicación.....	6
2.1. Normativa de base.....	6
2.2. Cumplimiento del real decreto 1434/2010, de 5 de noviembre (BOE 6 noviembre de 2010) sobre Interoperabilidad del Sistema Ferroviario de la red ferroviaria de interés general	7
2.3. Cumplimiento del real decreto resolución de la secretaria de estado de planificación e infraestructuras de 13 de julio de 2011, sobre criterios de diseño de líneas ferroviarias para el fomento de la interoperabilidad y del tráfico de mercancías.....	7
2.4. Cumplimiento de la instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias del MFOM (Orden FOM/3317/2010.....	7
2.5. Cumplimiento del reglamento de ejecución nº 402/2013 de la comisión de 30 de abril de 2013, y el reglamento de ejecución 2015/1136 que lo modifica.....	7
3. Descripción de las instalaciones a proyectar	8
3.1. Ubicación de las obras e instalaciones	8
3.2. Datos básicos	8
3.3. Descripción de las instalaciones existentes.....	9
3.3.1. Instalaciones de seguridad.....	9
3.3.2. Cuartos técnicos de telecomunicaciones e instalaciones de seguridad.....	11
3.3.3. Suministro de energía	15
3.3.4. Estación de Zorroza	17
3.4. Relación de las instalaciones a realizar	18

3.4.1. Metodología del estudio informativo	18	4.8.1. Zanjas	61
3.4.2. Escenarios estudiados	19	4.8.2. Canaletas	61
4. Descripción de las instalaciones a realizar	20	4.8.3. Canalizaciones	62
4.1. Líneas de ancho métrico y ancho ibérico	20	4.8.4. Perchado de cables	62
4.1.1. Alternativas en la ubicación de la base de mantenimiento	22	4.8.5. Arquetas y cámaras	62
4.1.2. Enclavamientos Electrónicos	22	4.9. Cartelones y pantallas de información fija	62
4.1.3. Bloqueos	25	4.10. Levantes, desmontajes y traslados	63
4.1.4. Puesto de mando local	26	4.11. Desarrollo de programación, ingeniería, pruebas y puesta en servicio	64
4.1.5. Sistema de Protección del Tren	26	4.12. Situaciones provisionales	64
4.1.6. Control de Tráfico Centralizado (CTC)	29	4.13. Puestas a tierra	65
4.1.7. Telecomunicaciones fijas	30	4.14. Elaboración de documentación de las instalaciones y RAMS	65
4.1.8. Telecomunicaciones móviles	33	4.15. Actuaciones complementarias a las instalaciones	66
4.1.9. Red de cables	39		
4.1.10. Elementos de campo	39		
4.2. Corredor de acceso y Nivel -2. Ancho estándar	41		
4.2.1. Enclavamientos electrónicos	22		
4.2.2. Bloqueos	37		
4.2.3. Puesto de mando local	37		
4.2.4. Sistema de Protección del Tren	38		
4.2.5. Centros de Regulación y Control de alta velocidad (CRC)	39		
4.2.6. Control de Tráfico Centralizado (CTC)	40		
4.2.7. Telecomunicaciones Fijas	40		
4.2.8. Telecomunicaciones móviles	40		
4.2.9. Red de cables	42		
4.2.10. Elementos de campo	44		
4.3. Instalaciones para el suministro de energía	53		
4.4. Registrador jurídico (JRU)	54		
4.4.1. Relación Registrador Jurídico - ENCE	54		
4.4.2. Características técnicas	55		
4.4.3. Características funcionales	55		
4.4.4. Características de la información almacenada	55		
4.4.5. Integración en la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD)	56		
4.5. Sistema de ayuda al mantenimiento (SAM)	56		
4.5.1. SAM Local	56		
4.5.2. SAM Central	57		
4.5.3. Características del SAM	57		
4.5.4. Operatividad del SAM	58		
4.5.5. Registro de información en el SAM	59		
4.5.6. Sistema de Ayuda al Mantenimiento de Circuitos de Vía (SAM CV)	60		
4.6. Armarios y cajas de terminales	60		
4.7. Sistemas auxiliares de detección	60		
4.8. Obra civil auxiliar	61		

1. Objeto del Anejo. Solución adoptada

1.1. Objeto del Anejo

El objeto del presente Anejo es la definición de las instalaciones de seguridad y comunicaciones a proyectar de la Nueva Red Ferroviaria en el País Vasco. Tramo: Basauri – Bilbao y la conexión de la nueva estación de Bilbao-Abando con:

- Líneas de ancho métrico: línea Balmaseda-Santander-León.
- Líneas de ancho ibérico: Línea Convencional de Largo Recorrido y Cercanías C1, C2 y C3.
- Líneas de ancho internacional: Acceso a la estación de Bilbao-Abando desde el tramo Galdako – Basauri de la nueva Línea de Alta Velocidad del País Vasco.

Por otro lado, se estudiarán las alternativas de reubicación de una base de mantenimiento en:

- La planta -1,5 de la estación de Bilbao-Abando.
- Los terrenos que posee Adif en la estación de Zorroza.

El Estudio Informativo define la estación descrita en varios niveles, dimensionando la conexión de la misma con las distintas líneas afluentes.

Se contemplará adicionalmente el dimensionamiento de las distintas fases temporales de explotación que permitan el mantenimiento del servicio ferroviario en ancho ibérico en la citada estación y para ancho métrico los puestos centrales de telemando que lo mantendrán en el resto de la red de ancho métrico, que telemandan.

1.2. Solución adoptada

De acuerdo con el objetivo del Anejo de Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones y para alcanzar los objetivos mencionados, en el Estudio de Informativo del Nuevo Acceso Ferroviario a Bilbao-Abando (País Vasco) se ha adoptado la siguiente solución:

- Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones
- Comunicaciones ferroviarias

- Suministro de energía
- Red de canalizaciones

1.2.1. *Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones*

1.2.1.1. **Instalaciones de Seguridad y protección de tren**

- Las instalaciones seguridad y protección del tren consisten en:
- Instalaciones de enclavamientos electrónicos.
- Bloqueos electrónicos realizados por los enclavamientos electrónicos
- Elementos de campo tales como:
 - Señales luminosas tipo LED
 - Accionamientos eléctricos
 - Circuitos de vía de audiofrecuencia
- Sistema de Protección de Tren ERTMS Nivel 2
- Telemando de las Instalaciones desde el Puesto Central de Bilbao-Abando y desde el Puesto Central de ERTMS.
- Comunicaciones de Circulación sobre la base del sistema GSM-R
- Red de cables independientes para cada una de las vías

1.2.2. *Comunicaciones ferroviarias*

Las instalaciones de comunicaciones fijas estarán constituidas por un sistema de transmisión digital por fibra óptica redundante, por cuestiones de disponibilidad.

Las comunicaciones móviles estarán constituidas por el sistema de comunicaciones móviles ferroviario GSM-R.

1.2.3. *Suministro de energía*

En la plataforma de línea convencional donde ya existe una línea de 3000 V.

En la plataforma de AV donde la catenaria es de 25 KV.

1.2.4. *Red de canalizaciones*

Las actuaciones se realizarán según indica la norma “Sistemas de tendido subterráneo de cables”, NAS 310 de ADIF. Genéricamente la obra civil auxiliar necesaria para el tendido de los diferentes tipos de cables será:

- Zanjas
- Canaletas prefabricadas de hormigón
- Canalizaciones hormigonadas
- Perchado de cables
- Arquetas y cámaras de registro

Red de canalizaciones a ambos lados del trazado que estarán constituidas por:

- Canalizaciones hormigonadas, en túneles
- Canaleta de hormigón, en espacio abierto.

Las canalizaciones generales se asumirán por la parte de Infraestructura y Vía.

1.2.5. *Justificación de la solución adoptada*

La justificación que se realiza se efectúa sobre los sistemas en los que existan alternativas o haya algún precepto que indique la solución a emplear.

1.2.5.1. **Instalaciones de Seguridad y protección de tren**

- Enclavamientos y bloqueos
- Señales luminosas
- Accionamientos eléctricos de agujas
- Sistemas de detección automática de trenes
- Sistema de Protección de Tren ERTMS Nivel 2
- Telemando de las instalaciones desde Puesto Central de CTC
- Red de cables independientes para cada una de las vías

1.2.5.1.1. Enclavamientos y bloqueos

Se van a utilizar sistemas de detección de trenes que permiten su concentración en cabina. Esto implica que los enclavamientos y bloqueos serán centralizados, es decir, las informaciones y estados de los bloqueos se transmiten directamente entre los sistemas de bloqueo situados en las estaciones sin lógica adicional y ni inserción de estados a lo largo del trayecto; las órdenes y comprobaciones necesarias para mandar y supervisar las señales aparatos y cantones de bloqueo partirán de las cabinas sin lógica adicional ni suma de estados en campo.

En el bloqueo electrónico, las informaciones se transmiten en serie en forma de telegramas codificados, una detrás de otra. Para dicha transmisión y para elevar la disponibilidad se emplean dos canales de transmisión, que serán, en este caso un canal del sistema de transmisión por fibra óptica y un cuadro de comunicaciones.

Por otra parte, los enclavamientos electrónicos, sustituyen a las redes lógicas tradicionales realizadas con tecnología electromecánica, realizando por medio de sistemas electrónicos del tipo fail-safe los mismos resultados lógicos, que expresados bajo forma de ecuaciones booleanas se realizan por programas modulares particularizados de acuerdo con la funcionalidad de la explotación.

Los enclavamientos electrónicos pueden procesar las relaciones de bloqueo, por lo que se encargarán de implementar la funcionalidad de los bloqueos, disponiendo de los módulos de comunicaciones para relacionarse entre ellos por medio redundantes.

Los enclavamientos eléctricos han sido descatalogados, por lo que la utilización de los enclavamientos electrónicos se hace obligatoria.

1.2.5.1.2. Señales luminosas

Las señales luminosas para la transmisión de órdenes a los maquinistas están preceptuadas en Orden FOM/2015/2016, de 30 de diciembre, por la que se aprueba el Catálogo Oficial de Señales de Circulación Ferroviaria en la Red Ferroviaria de Interés General.

Si bien se permite que sean incandescentes, Adif en la ET 03.365.011.00 ha establecido que dicha especificación será de aplicación para las señales de tipo LED en las nuevas instalaciones.

Por lo tanto, las señales a instalar cumplimentarán las ET 03.365.011.00: Señales Luminosas Modulares para Focos LED.

1.2.5.1.3. Accionamientos eléctricos de agujas

Los accionamientos a utilizar para el movimiento de las agujas de los desvíos serán monofásicos, por la distancia de la ubicación de las agujas respecto a la cabina de enclavamiento o, en su caso, controlador de objetos. Cumplirán la norma ET 03.365.401.3. Accionamientos electromecánicos de aguja.

1.2.5.1.4. Sistemas de detección automática de trenes

Dentro de las instalaciones de seguridad, uno de los elementos más significativos es el tipo de sistemas de detección automática de trenes a emplear.

Entre las alternativas posibles de elección, se ha elegido proyectar la instalación de circuitos de vía de audiofrecuencia codificados, sin juntas mecánicas de separación en los trayectos y en las estaciones. La tecnología se selecciona frente a los contadores de ejes, por las ventajas siguientes:

Las ventajas que suponen los circuitos de vía de audiofrecuencia codificados son, entre otras, las que se enumeran a continuación:

- Concentración de equipos interiores en cabina y ubicación a pie de vía de las cajas de sintonía de emisión/recepción, lo cual supone estar protegido de inclemencias atmosféricas, dando lugar a una disminución de averías, elevación de la fiabilidad de la explotación ferroviaria y facilidad de mantenimiento.
- Disminución de averías y costes de mantenimiento, al no poseer juntas mecánicas de separación (excepto en agujas), que es un punto débil que provoca un alto índice de incidencias, así como el aumento de la solidez de los carriles al no tener que realizar cortes en ellos.
- Alta sensibilidad en la detección de las circulaciones (shunt límite de 0,5 ohmios).
- Detección de rotura de carril en ambos carriles de vía, incluso en zona de agujas.
- Sin limitación de la corriente de retorno de tracción, ya que los lazos de sintonía, instalados en vía, se comportan como cortocircuitos para la corriente de tracción y para otras frecuencias a las cuales el lazo no está sintonizado.
- Distribución uniforme de la corriente de retorno de tracción por los dos carriles.
- Evaluación segura de vía libre u ocupada por asignación de una muestra de bits a cada circuito de vía y su emisión por los carriles mediante frecuencia modulada, distinta para cada circuito de vía adyacente.

- Debido a la codificación y modulación, inmunidad frente a las tensiones inducidas, producidas por inducción electromagnética de los complejos sistemas de tracción que emplean las locomotoras de gran potencia o por las líneas de alta tensión que cruzan o transcurren paralelas a la vía.

Ningún circuito de explotación será menor de 20 metros.

La distancia desde la señal hasta el inicio del siguiente cantón de circuito de vía será de 4,5 metros como mínimo.

1.2.5.1.5. Sistema de Protección de Tren ERTMS Nivel 2

Las opciones para la protección de las circulaciones son la instalación del sistema nacional ASFA digital o el sistema estándar europeo ERTMS.

A nivel general de la normativa europea, está el REGLAMENTO (UE) 2016/919, de 27 de mayo de 2016, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a los subsistemas de «control-mando y señalización» del sistema ferroviario de la Unión Europea, que Indica en el art. 2 lo siguiente:

- 1. La ETI se aplicará a todos los subsistemas nuevos, mejorados o renovados de «control-mando y señalización en tierra» y de «control-mando y señalización a bordo» descritos en los puntos 2.3 y 2.4 del anexo II de la Directiva 2008/57/CE.

Por lo que, en principio, es obligada la instalación pues se trata de un subsistema nuevo y de línea nueva, aunque sea prolongación de una línea existente.

La DECISIÓN Nº 661/2010/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 7 de julio de 2010 sobre las orientaciones de la Unión para el desarrollo de la red transeuropea de transporte (refundición) ha establecido en su art. 2 los objetivos de planificación de la red transeuropea de transporte terrestre, marítimo y aéreo para el año 2020.

1.2.5.1.6. Telemando de las instalaciones desde Puesto Central de CTC

El telemando de las instalaciones de seguridad se efectuará desde los Puestos Centrales de C.T.C. en la estación de Bilbao-Abando. Se proyectarán:

- Un CTC, para el telemando de los enclavamientos de ancho métrico a la nueva ubicación de La Concordia.

- El CTC, para el telemando de los enclavamientos de ancho ibérico a la nueva ubicación de La Concordia.
- Un CTC, para el telemando de los enclavamientos de ancho internacional.

Para las comunicaciones de los responsables de la circulación con los maquinistas se opta por el sistema GSM-R, que forma parte de la obligación de su despliegue en las nuevas líneas y está de acuerdo con el art. 1.4.1.1.-3 3. del Reglamento de Circulación Ferroviario: Las comunicaciones verbales entre Maquinistas y Responsables de Circulación se realizarán preferentemente mediante el sistema de radiotelefonía disponible al efecto, por lo que no es necesaria instalación de teléfonos de señal.

Las comunicaciones entre los Jefes de estación y con el Puesto central de C.T.C. se establecerán a través de la telefonía de circulación.

1.2.5.1.7. Red de cables independientes para cada una de las vías

Para los elementos de las instalaciones de seguridad de cada una de las vías se utilizarán cables independientes, con el objetivo siguiente:

- Disminución de los cruces de vía, ya la mayoría del trayecto podrá ser en túnel
- Elevar la disponibilidad de las instalaciones, puesto que la incidencia en un cable solamente afectará a una de las vías.

Por tal motivo, así mismo serán cables independientes para la línea de energía y los cables de fibras ópticas para el sistema de transmisión óptico.

1.2.6. *Comunicaciones ferroviarias.*

Las instalaciones de comunicaciones fijas estarán constituidas por un sistema de transmisión digital por fibra óptica redundante, por cuestiones de disponibilidad.

Las comunicaciones móviles estarán constituidas por el sistema de comunicaciones móviles ferroviario GSM-R.

Dicho sistema soportará las comunicaciones inalámbricas de los responsables de circulación con las circulaciones y es soporte fundamental del sistema de protección de tren ERTMS.

Para aumentar la disponibilidad del sistema de Protección de Tren ERTMS, el sistema GSM-R será de doble capa.

Los medios físicos de soporte de las comunicaciones entre estaciones, enclavamientos, puestos centrales y otros sistemas serán cables de fibra óptica.

Los cables de fibras ópticas tienen dos ventajas frente a los cables de cuadretes:

- Mayor ancho de banda, por lo que la capacidad de transmisión es mayor.
- El modo de transmisión es digital, por lo que no acumulan ruido, manteniéndose la comunicación nítida en todo momento.
- La atenuación es menor, por lo que no es necesario el empleo de repetidores
- Son menos costosos
- Por disponibilidad de las instalaciones los cables a tender serán los siguientes:

Las comunicaciones móviles estarán soportadas por el sistema GSM-R, ya que el sistema definido por el Reglamento 2016/919 en su art 2.2 para ERTMS nivel 2 es el sistema de radio GSM-R, perteneciente a la clase A, como el ERTMS. Nivel 2.

Los sistemas de transmisión digital se configurarán con nodos STM-1 para las redes locales en cada una de las estaciones y BTS, que serán redundantes para elevar la disponibilidad de las instalaciones.

El nivel STM-1, aunque sea redundante, será común para los servicios de datos de señalización, GSM-R y comerciales.

Dicha redundancia se justifica por la elevada disponibilidad que se exige al sistema de transmisión de protección de trenes, que a su vez se basa en la elevada disponibilidad que deben mantener la transmisión de los bloqueos entre los enclavamientos y el RBC.

Una red trocal con nivel STM-16 con nodos intermedios y extremos asegurará la transmisión por ruta alternativa de las redes de las redes locales en todo el trayecto o subtramo, de tal forma que asegure la comunicación de cualquier sistema con dos incidencias en una misma red local, en cualquier punto.

La protección para una sola incidencia se asegura con una red local y una ruta alternativa. Pero una segunda contingencia, que es muy difícil de ocurrir, solamente puede ser resuelta con una redundancia de la red local y de la red troncal formando un anillo general y subanillos.

1.2.7. Suministro de energía

Energía para las Instalaciones de Seguridad y comunicaciones, con dos líneas trifásicas de 3000 V, como alternativa local en la estación de Bilbao-Abando se utilizará energía local.

Alimentación de los equipos de señalización, telecomunicaciones y sistemas auxiliares, incluyendo:

En la plataforma de línea convencional donde ya existe una línea de 3000 V:

- Ampliación de la potencia de la línea actual para poder alimentar a las nuevas cargas a instalar (detectores, capa A de la red GSMR, etc.).
- Instalación de nueva línea para alimentar la red GSMR.

En la plataforma de AV donde la catenaria es de 25 KV.

- Alimentación desde el anillo de 20 KV a diseñar entre Centros de Transformación de acometidas de Compañía.
- Se instalarán transformadores 20.000/380 triángulo/estrella de la potencia adecuada para alimentar las cargas instaladas.
- Red de distribución en 750 V para suministro a los equipos y casetas instalados en vía.
- Acometidas locales procedentes de la red pública y/o grupos electrógenos como red alternativa en suministradores de la línea de 750 V.
- Conexión entre los cuadros de baja tensión de los transformadores de catenaria y los cuadros generales de las casetas y edificios técnicos.
- Colocación de equipos de 750 V y 230 V en consumidores.

1.2.8. Red de canalizaciones

Las actuaciones de obra civil, asociada al tendido de los cables proyectados, se llevará a cabo en coordinación con el Proyecto de Infraestructura y Vía y, en su caso, con Arquitectura.

Dichas actuaciones se realizarán según la “Norma sobre los sistemas de tendido subterráneo de cables” NAS 310, 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.

El tendido de los cables de instalaciones de señalización y de teléfonos de señal se realizará, de forma general, por los medios de tendido siguientes:

- En las estaciones o apartaderos:
- Canalización hormigonada con tubos de polietileno o PVC, entre señales de entrada.
- Zanja para los cables secundarios.
- En los trayectos:
- Canaleta hormigonada de doble alveolo, donde las circunstancias del trayecto lo requieran.
- Zanja para los cables secundarios.

La transición de canaleta a canalización se realizará mediante arquetas o cámaras de registro.

2. Normativa de aplicación

La normativa de legislación y normativa de aplicación se recoge en el capítulo I del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2.1. Normativa de base

Dentro de los apartados se indica la normativa relevante que concierne a cada técnica o actuación.

Entre las que se destacan:

- UNE-EN 50121-1 Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 50121-4 Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Parte 4: Emisión e inmunidad de los aparatos de señalización y de telecomunicación.
- UNE EN 50122-1 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Parte 1: Medidas de protección relacionadas con la seguridad eléctrica y puesta a tierra.
- UNE EN 50124-1 Aplicaciones ferroviarias. Coordinación de aislamiento. Parte 1: Requisitos fundamentales. Distancias en el aire y líneas de fuga para cualquier equipo eléctrico y electrónico.
- RCF Reglamento de Circulación Ferroviario
- NAS 800 Explotación y seguridad de enclavamientos eléctricos.
- NAS 806 Explotación y seguridad de bloqueos automáticos.
- SUBSET-026 de 1 a 8 ERTMS/ETCS. System Requirements Specification.
- NAS 840 Requisitos funcionales y reglas de ingeniería para ERTMS nivel 1 y 2
- Se han tenido en cuenta también todas las referencias a normas o especificaciones técnicas ADIF, en concreto las siguientes normas de ADIF y otros documentos:
- Reglamento de Circulación Ferroviario de 2.015.
- Norma NAS 800 de Explotación y Seguridad de Enclavamientos Eléctricos. Revisada en diciembre 1982.
- Norma NAS 806 de Explotación y Seguridad de Bloqueos Automáticos abril de 1998.
- Norma NAS 203 sobre Sistema Mando Videográfico Local de Enclavamientos electrónicos basado en PC Portátil de agosto de 2.004.
- SUBSET-026 de 1 a 8 ERTMS/ETCS. System Requirements Specification.
- NAS 840 Requisitos funcionales y reglas de ingeniería para nivel 1 y 2 de ERTMS
- Nuevos aspectos de las señales de octubre de 1997.
- Norma Funcional y Técnica para Sistemas de Control de Tráfico Centralizado (C.T.C.) de octubre de 1.999.
- Norma Funcional de Interface para Operadores y Supervisores de Control de Tráfico Centralizado (C.T.C.) de octubre de 1.999.
- Pliego de condiciones para circuitos de vía en las nuevas instalaciones.
- Especificaciones técnicas y normas de ADIF que han de cumplir todos los equipos y elementos a instalar.
- Normas de montaje de ADIF que han de cumplimentarse en la ejecución de las obras e instalaciones proyectadas.
- Normas de EIRENE/MORANE.
- Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02), aprobada por el R.D. 997/2002, de 27 de septiembre.
- Dicha norma será especialmente tenida en cuenta pues el ámbito del Proyecto se encuentra situado en una zona en el que la aceleración sísmica oscila desde 0,12 g a más de 16 g.
- Se mostrará especial atención al apartado 2.4 de la norma de construcción sismorresistente para la determinación del coeficiente C del terreno.
- Los cuartos técnicos serán proporcionados por el área de Infraestructura Vía. En el caso de la Alternativa Interior, se prestará especial atención a la citada

norma para la construcción e instalación de las torres de GSM-R si las hubiera a cielo abierto.

2.2. Cumplimiento del real decreto 1434/2010, de 5 de noviembre (BOE 6 noviembre de 2010) sobre Interoperabilidad del Sistema Ferroviario de la red ferroviaria de interés general

El Real Decreto fue modificado por la Orden FOM/22/2015, de 19 de enero, por la que se modifica el anexo III del Real Decreto 1434/2010, de 5 de noviembre, sobre interoperabilidad del sistema ferroviario de la Red Ferroviaria de interés general.

Para completar dicha interoperabilidad los subsistemas de Control-Mando y Señalización deben cumplir las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo.

El Sistema de Gestión de Tráfico Ferroviario Europeo conocido por las siglas ERTMS (European Rail Traffic Management System), es el que hace que los subsistemas de Control-Mando y Señalización sean interoperables. El sistema ERTMS es un subsistema yuxtapuesto a los sistemas de Control-Mando y Señalización.

Los enclavamientos electrónicos dispondrán de la capacidad para suministrar las informaciones que el sistema ERTMS necesita.

El sistema de Protección de Tren para cumplir la interoperabilidad europea será el sistema ERTMS nivel 2.

2.3. Cumplimiento del real decreto resolución de la secretaría de estado de planificación e infraestructuras de 13 de julio de 2011, sobre criterios de diseño de líneas ferroviarias para el fomento de la interoperabilidad y del tráfico de mercancías

Los subsistemas de Control-Mando y Señalización, con la implantación de ERTMS nivel 2, son interoperables tanto para tráfico de mercancías como de viajeros.

2.4. Cumplimiento de la instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias del MFOM (Orden FOM/3317/2010)

El proyecto a definir debe encontrarse dentro de los límites establecidos por la Orden FOM/3317/2010, por lo que se redactará el Anejo de Adecuación a la Orden FOM/3317/2010

2.5. Cumplimiento del reglamento de ejecución nº 402/2013 de la comisión de 30 de abril de 2013, y el reglamento de ejecución 2015/1136 que lo modifica

Previo a la fase de redacción del proyecto se tendrá en cuenta el Reglamento de Ejecución Nº 402/2013 de la comisión de 30 de abril de 2013, y el Reglamento de Ejecución 2015/1136 que lo modifica, relativos a la adopción de un método común de seguridad (MCS) para la Evaluación y Valoración de Riesgos aplicable a cualquier cambio de índole técnico, de explotación u organizativo del sistema ferroviario. Se indicará que tipo de cambio suponen las actuaciones a definir en el proyecto. Se mostrarán también las conclusiones del análisis realizado en el correspondiente anejo y se recogerá que el Proyecto cumple con el Reglamento 402/2013.

Para el desencadenamiento de lo Método Común de Seguridad será preciso que se definan por Adif si los cambios son significativos y atentan contra la seguridad, para lo cual se estudiarán las medidas mitigadoras, con actuación en su caso del Evaluador independiente de Seguridad definido en la norma 50129.

Se consideran cambios significativos de oficio los siguientes:

- Software de los enclavamientos y bloqueos
- Sistema ERTMS nivel 2
- Cambios significativos de velocidad, por las características del trazado.

Tanto para el software de los enclavamientos y bloqueos como para el sistema ERTMS nivel 2, se tendrá la obligación de incluir el Evaluador Independiente de Software de Seguridad.

Los cambios significativos de velocidad por las características del trazado de la vía serán abordados por el área de Infraestructura y Vía.

La puesta en Servicio del tramo Bilbao-Abando requerirá, por tratarse de un tramo nuevo y de la incorporación de sistema ERTMS nivel 2, la autorización de su Puesta en Servicio por la Autoridad Responsable de la Seguridad Ferroviaria del Ministerio de Fomento.

En el proyecto a definir se incorporará la realización del expediente marcado por la Orden FOM/167/2015, de 6 de febrero, por la que se regulan las condiciones para la entrada en servicio de subsistemas de carácter estructural, líneas y vehículos ferroviarios.

3. Descripción de las instalaciones a proyectar

3.1. Ubicación de las obras e instalaciones

Actualmente la conexión ferroviaria con el centro de Bilbao se lleva a cabo mediante la estación de Bilbao – Abando y la estación anexa de La Concordia. En ellas se centralizan los tráficos de Largo Recorrido, Cercanías (Abando) y Ancho métrico (La Concordia). Adicionalmente se puede acceder a la estación de Metro de Abando. Todas las líneas citadas anteriormente, a excepción del Metro, llegan en superficie a las estaciones de Abando y La Concordia.

3.2. Datos básicos

Para la redacción del Anejo de Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones se ha tomado como base los siguientes datos y documentos.

- Programa de explotación: Se carece de Programa de Explotación definido por Adif. Por consiguiente, Adif confeccionará tanto el Programa de Explotación definitivo como los Programas de Explotación de las fases de obra de la alternativa seleccionada.
- Normas de Explotación y Seguridad
- Toma de datos: Con el fin de obtener los datos necesarios sobre las características de las estaciones y trayectos, se ha llevado a cabo una recopilación de información sobre los sistemas existentes en el ámbito de la estación de Bilbao-Abando. Así mismo, se han analizado las alternativas de trazado de Infraestructura y Vía de la conexión entre el tramo de Galdakao-Basauri de la línea de alta velocidad y la nueva estación de Bilbao-Abando.
- Estudio de las instalaciones existentes, cuya descripción se recoge en esta memoria.
- Localización de la red de zanjas y canalizaciones, previstas en el área de infraestructura y Vía.
- Estudio de la red de alimentación de energía hasta Bilbao-Abando que pudiera afectar a las instalaciones a proyectar

- Localización de la situación y estado de las cabinas de relés y de comunicaciones actual de Bilbao-Abando para ubicar nuevos elementos. En este aspecto se ha detectado que está saturada.
- Una vez estudiados las normas y datos recogidos, se ha procedido a establecer las siguientes operaciones:
- Validación de la traza de la red de canalizaciones generales incluidas en el área de Infraestructura y vía.
- Replanteo de la situación de los elementos de campo a instalar, así como la comprobación de las condiciones de seguridad establecidas y el cumplimiento del gálibo de las instalaciones en la Propuesta de Explotación.
- Determinación del suministro de energía necesario, en las estaciones y trayectos para las instalaciones a proyectar.
- Proceso de ejecución de la obra.
- Establecimiento del Plan de Obra, donde se determina y marca la secuencia, organización y coordinación de los procesos constructivos para que la ejecución del Proyecto sea compatible con el mantenimiento del servicio ferroviario y resulte lo más eficiente posible la ejecución del Proyecto.
- Para el establecimiento del Plan de Obra en el proyecto constructivo que se desarrollará posteriormente se han de tener en cuenta que los trabajos serán

seguidores del avance de la construcción de la Infraestructura, siendo el Proyecto de Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones seguidor de las actuaciones citadas.

- En la estación de Bilbao-Abando, comiendo del nuevo trazado, el Plan de Obra será compatible con el mantenimiento del servicio ferroviario y resulte lo más eficiente posible la ejecución del Proyecto.

3.3. Descripción de las instalaciones existentes

3.3.1. *Instalaciones de seguridad*

Las Instalaciones de seguridad de la línea objeto de este estudio informativo están constituidas por enclavamientos electrónicos tipo Westrace de Siemens (antes Dimetronic), que realizan las funciones de bloqueo por cable de cuadretes con módems

El puesto central del CTC se encuentra ubicado en la estación de Bilbao-Abando, de tecnología Dimetronic. Dicho puesto central en la definición del proyecto constructivo será susceptible la ampliación de su capacidad para asumir el telemando del nuevo tramo.

La telefonía de explotación y CTC es de tecnología REVENGA.

3.3.2. Cuartos técnicos de telecomunicaciones e instalaciones de seguridad

Los equipos de comunicaciones e instalaciones de seguridad se encuentran repartidos de la siguiente forma:

- Cuarto técnico de telecomunicaciones del edificio de informática: situado en la planta baja del denominado edificio de informática en el edificio denominado de Renfe Operadora.
- Cuarto técnico de telecomunicaciones e instalaciones de seguridad del C.R.C., (centro regulador de circulación): situado en el edificio denominado de viajeros andén vía 8 en el edificio denominado CRC, cafetería, zona de viajeros y aseos.
- Cuarto técnico de instalaciones de seguridad del C.R.C.: situado en el edificio denominado de viajeros andén vía 8 en el edificio CRC, cafetería, zona de viajeros y aseos.
- Cuarto técnico de Cantalojas: situado en la planta baja del edificio de circulación de Cantalojas. Es compartido por telecomunicaciones e instalaciones de seguridad.
- Centro de conmutación y by-pass de la línea 2.200 V. de señalización.

3.3.2.1. Cuarto de telecomunicaciones del edificio informática

Este cuarto técnico está situado en la planta baja del denominado edificio de informática en el edificio denominado de Renfe Operadora. Tiene una superficie de 102 m².

Dispone de aire acondicionado para garantizar el funcionamiento correcto de los equipos y está dotado de suelo técnico para la adecuada distribución del cableado.

Tiene 2 cuadros de alimentación, uno para la alimentación local y otro para la conmutada.

El cuarto está actualmente saturado, no siendo capaz de albergar ningún equipo más, por lo que el local en que se reubique debiera ser redimensionado, aumentando su superficie en al menos un 30 %.

Se debe tener en cuenta que, tanto la base de mantenimiento como las oficinas del técnico territorial, deben unirse con el nuevo cuarto de telecomunicaciones mediante fibra óptica para datos y cable de cobre para telefonía.

Esto es aplicable a cualquier edificio que deba poseer servicio de voz y/o datos. O sea, debe estar unido con los sistemas mencionados al cuarto de telecomunicaciones.

Las centrales, equipos, repartidores, etc., instalados en la actualidad en este cuarto son los siguientes:

- 2 cuadros de alimentación de 4 niveles y 24 posiciones cada uno.
- 2 rectificadores dobles de ENARTEL, con 7 módulos cada uno.
- 1 armario de ENA con su pupitre.
- 1 armario de REVENGA con su pupitre.
- 1 ordenador de supervisión y gestión de detectores de caldeo.
- 2 ordenadores de supervisión del Tren Tierra.
- 3 ordenadores de supervisión y gestión del GSM-R.
- 1 ordenador de supervisión y gestión de la red IP.
- 1 ordenador de supervisión y gestión de la red de Datos.
- 1 ordenador de gestión de la central HIPATH 4000.
- 1 ordenador de supervisión y gestión del HUAWEI.
- 1 ordenador de supervisión y gestión del NOKIA.
- 1 central HIPATH 4000.
- 1 armario para el GSM-R.
- 1 armario para la Red Multimedia.
- 1 armario con MODEMS y ARIS de enlace.
- 1 armario con ROUTERS.
- 1 armario con ROUTERS y MODEMS.
- 1 armario con los enlaces del operador exterior.
- 1 Fax.
- el MIC con 7 verticales de 6 posiciones.

- 1 RACK con el DN2 de NOKIA.
- 1 SDN de SIEMENS.
- 1 SDH del HUAWEI.
- 1 repartidor digital.
- 1 RACK con la red IP de Cercanías.
- 2 repartidores de F.O. – RAYCHEM.
- 3 repartidores slim de 24 posiciones en armario CZ7.
- 2 repartidores slim de 24 posiciones en armario de red local.
- 1 repartidor slim de CABLinsa.
- 1 repartidor abierto con regletas para cables de cobre de 10 verticales y 3m de altura.

Todos los ordenadores de supervisión y gestión poseen pantalla y teclado y están soportados en puestos de trabajo para su correcta manipulación.

Los cables de fibra óptica que conexionan este cuarto con el exterior son los siguientes:

- 1 Cable de 64 FO destino Zabalburu.
- 2 Cable de 64 FO destino Parque de F.O.
- 1 Cable de 12 FO a oficinas Feve en antiguo cuarto de agentes.
- 1 Cable de 16 FO a oficinas técnico territorial Bilbao.
- 1 Cable de 64 FO a base de mantenimiento de Bilbao.
- 1 Cable de 8 FO a C24H.
- 1 Cable de 16 FO a PM.
- 1 Cable de 12 FO a Ollargan.

Los cables de cuadretes que conexionan este cuarto con el exterior son los siguientes:

- 1 cable de 19 # dirección Cantalojas.
- 1 cable de 25 # dirección Cantalojas.
- 1 cable de 19 # a Zabalburu.

- 1 cable de 25 # a Ametzola.
- 1 cable de 10 # a base de mantenimiento de Bilbao.
- 1 cable de 12 # dirección Talleres Paquexpres.
- 1 cable de 28 # dirección Cantalojas.
- 1 cable de 19 # dirección CRC.

Los cables de pares que conexionan este cuarto con el exterior son los siguientes:

- 1 cable de 50 pares a seguridad Vía 8.
- 1 cable de 100 pares a parque FO.
- 1 cable de 100 pares parque FO.
- 1 cable de 100 pares a edificio plaza circular nº 2. 1º piso.
- 1 cable de 100 pares a edificio plaza circular nº 2. 2º piso.
- 1 cable de 100 pares a edificio plaza circular nº 2. 3º piso.
- 1 cable de 100 pares a edificio plaza circular nº 2. 4º piso.
- 2 cables de 100 pares C. I. Cercanías.
- 2 cable de 100 pares a grupo 307 y 318 de Telefónica.
- 1 cable de 100 pares a seguridad RENFE.
- 1 cable de 50 pares a cuarto de Agentes.
- 1 cable de 10 pares a gabinete Sanitario.
- 1 cable de 100 pares a proceso de Datos.
- 1 cable de 20 pares a cuarto maquinistas.
- 1 cable de 20 pares a cuarto visitantes.
- 2 cables de 100 pares a CRC.
- 1 cable de 50 pares a oficinas técnico territorial Bilbao.

3.3.2.2. Cuarto de telecomunicaciones e instalaciones de seguridad del puesto regulador

Este cuarto se encuentra situado en el edificio denominado de viajeros andén vía 8 en el edificio denominado CRC, cafetería, zona de viajeros y aseos.

El cuarto técnico consta de 50 m², está dotado de aire acondicionado y suelo técnico y dispone de dos cuadros de alimentación, uno para la conmutada y otro para la alimentación local.

El local en cuestión es compartido por los servicios de telecomunicaciones e instalaciones de seguridad y da soporte principalmente al centro de regulación de circulación (CRC).

Están instalados los siguientes equipos de instalaciones de seguridad:

- 2 Centros de conmutación alta-local.
- 3 U.P.S.
- 3 Armarios de batería.
- 2 Transformadores separadores.
- 1 Cuadro de energía conmutada local.

Están instalados los siguientes equipos de comunicaciones:

- 2 bastidores para el puesto central del Tren Tierra.
- 1 bastidor para el puesto central de ENA.
- 1 bastidor para los gestores de los detectores de caldeo.
- 1 bastidor para los gestores de los pupitres DICOM.
- 1 repartidor abierto de cables de cobre de 4 verticales con sus regletas, bobinas y protecciones.
- 1 RACK para el grabador MARATÓN.
- 1 RACK para el grabador NICE.
- 1 mesa con 1 pupitre DICOM.
- 1 RACK con ROUTERS de datos del puesto regulador.
- 1 RACK de datos del Tren Tierra.

Al igual que el anterior cuarto, no dispone de espacio para nuevos equipos, por lo que debiera pensarse en aumentar su tamaño en la nueva ubicación.

3.3.2.3. Cuarto técnico de instalaciones de seguridad del c.r.c.

Este cuarto se encuentra situado en el edificio denominado de viajeros andén vía 8 en el edificio CRC, cafetería, zona de viajeros y aseos.

En él se encuentra los principales equipos de I.S. que dan soporte el centro de regulación de circulación.

Consta de 28 m², estando saturado y posee aire acondicionado y suelo técnico. Los equipos instalados en este cuarto son los siguientes:

- 2 Bastidores auxiliares con 2 ordenadores del videowall, 1 MIE-FEC, 2 servidores del GRP, 2 MIES, 1 KVM de control y 1 módem de Dimetronic.
- 1 Bastidor principal con 2 servidores, 2 FEC, 5 operadores, 2 swiches, 1 passpaner y 7 extensores de operaciones.
- 1 Bastidor de comunicaciones.
- 1 bastidor de conversores.
- 1 bastidor de swihes Miranda-Orduña.
- 1 puesto de supervisión y control compuesto de ordenador y 3 pantallas que constituyen un puesto de trabajo.

3.3.2.4. Cuarto del enclavamiento de la estación de bilbao-abando y de telecomunicaciones de cantalojas

Este cuarto se encuentra situado en la planta baja del edificio de circulación de Cantalojas.

Es compartido por telecomunicaciones e instalaciones de seguridad y aloja el enclavamiento de la estación de Bilbao – Abando y las comunicaciones necesarias. Ocupa una superficie de 42 m².

Los equipos de comunicaciones que se encuentran en el local son:

- 1 Repartidor abierto de ENA de cables de cobre de 4 verticales con sus regletas, bobinas y protecciones.
- 1 Armario de ENA con su pupitre de la telefonía de explotación.
- 1 Grabador con su ordenador de gestión y supervisión.
- 1 MODEM para el grabador.

El ordenador de gestión y supervisión cuenta con un puesto de trabajo.

Los equipos de instalaciones de seguridad instalados son:

- 1 Centro de conmutación alta-local.
- 1 Transformador separador.
- 1 Ordenador de gestión y mantenimiento, que componen un puesto de trabajo.
- 3 Aparatos de aire acondicionado.
- 6 Bastidores de Westrace.
- 6 Bastidores de circuitos de vía.
- 1 S.A.I

Los cables que conectan la cabina con el exterior son los siguientes:

- 4 de 48x 1.5.
- 5 de 37x1.5.
- 3 de 19x1.5.
- 8 de 3Ap.
- 4 de 4Ap.
- 6 de 5Ap.
- 5 de 6Ap.
- 2 de 8Ap.
- 4 de 2x25.

3.3.2.5. Centro de conmutación y by-pass de la línea 2200 v. De señalización

Consta de 12 m2 y está dentro de una caseta prefabricada y contiene los siguientes equipos:

- 1 Celda de control.
- 1 Celda de by-pass telemandado.
- 1 Celda de by-pass manual.
- 3 Celdas de línea.

3.3.2.6. Telemando de subestaciones

El telemando de subestaciones se encuentra en el edificio denominado de viajeros y CRC, cafetería, zona viajeros y aseos.

La situación de detalle de los dos cuartos que lo componen, (sala del telemando de S/E y cuarto técnico).

El telemando de subestaciones, telemanda las de Zuazo, Inoso, Artómaña, Amurrio, Arrigorriaga, Olaveaga, Lutzana, Ortuella y Bilbao Mercancías.

Además, están telemandados desde este puesto central, los seccionadores de catenaria de las estaciones de Zuazo, Inosos, Artómaña, Orduña, Amurrio, LLodio, Miravalles, Arrigorriaga, Bidebieta, Ollargan, Bilbao-Abando, Olaveaga, Luchana, Baracaldo, Santurce, Ortuella y Bilbao Mercancías.

3.3.2.7. Sala del telemando

Ocupa una superficie de 28 m2 y cuenta con aire acondicionado y suelo técnico.

Los equipos que contiene son los siguientes:

- 2 puestos de operador de telemando, compuestos por 1 ordenador, 3 pantallas y 1 teclado cada uno. Estos puestos de operador son puestos de trabajo a 3 turnos, 365 días al año.
- 1 ordenador, con pantalla y teclado para control y gestión de las comunicaciones.
- 1 ordenador con pantalla y teclado para los programas de gestión de subestaciones y telemandos.
- 2 impresoras.
- 1 cuadro eléctrico.

3.3.2.8. Cuarto técnico del telemando

Ocupa una superficie de 20 m2 y cuenta con aire acondicionado y suelo técnico.

Los equipos que contiene son los siguientes:

- 2 UPS para el telemando.
- 2 servidores del telemando.

- 1 UPS de instalaciones de seguridad, que debiera estar en el cuarto de telecomunicaciones e instalaciones de seguridad del puesto regulador, pero que se encuentra aquí por no existir espacio en él.
- 1 impresora.
- 1 cuadro eléctrico.

3.3.2.9. Caseta de puesta en paralelo

Esta caseta se encuentra situada junto a la boca lado estación, del túnel de salida dirección Santurce.

La función de esta puesta en paralelo es poder puentear la catenaria de vías pares con pares e impares con impares, de las líneas de cercanías C1 y C3. Tiene una superficie de 29,60 m² y consta de:

- 1 celda F1.
- 1 celda F2.
- 1 celda de by-pass.
- 1 remota de telemando Logitel.
- 1 cuadro de mando.
- 1 Bastidos de comunicaciones.
- 1 panel de cuadro de mando.
- 1 batería.

Se desconoce si esta instalación se verá afectada por las obras.

3.3.2.10. Parque de fibra optica de bilbao

En la calle Particular del Norte se encuentra situado el parque de fibra óptica, que cuenta con una superficie de 592 m².

El parque cuenta con 8 casetas de operadores de comunicaciones de unos 18 m² cada una, siendo los responsables de su gestión el personal de la Jefatura de Telecomunicaciones y Energía Norte, de la Dirección de Telecomunicaciones, Energía y Eficiencia Energética.

Además, existen dos canalizaciones que cruzan la calle Particular del Norte y que unen las canalizaciones generales de la estación con el parque.

Otra canalización, transcurre por la mencionada calle hasta la calle Bailén.

3.3.2.11. Canalizaciones principales de la estación

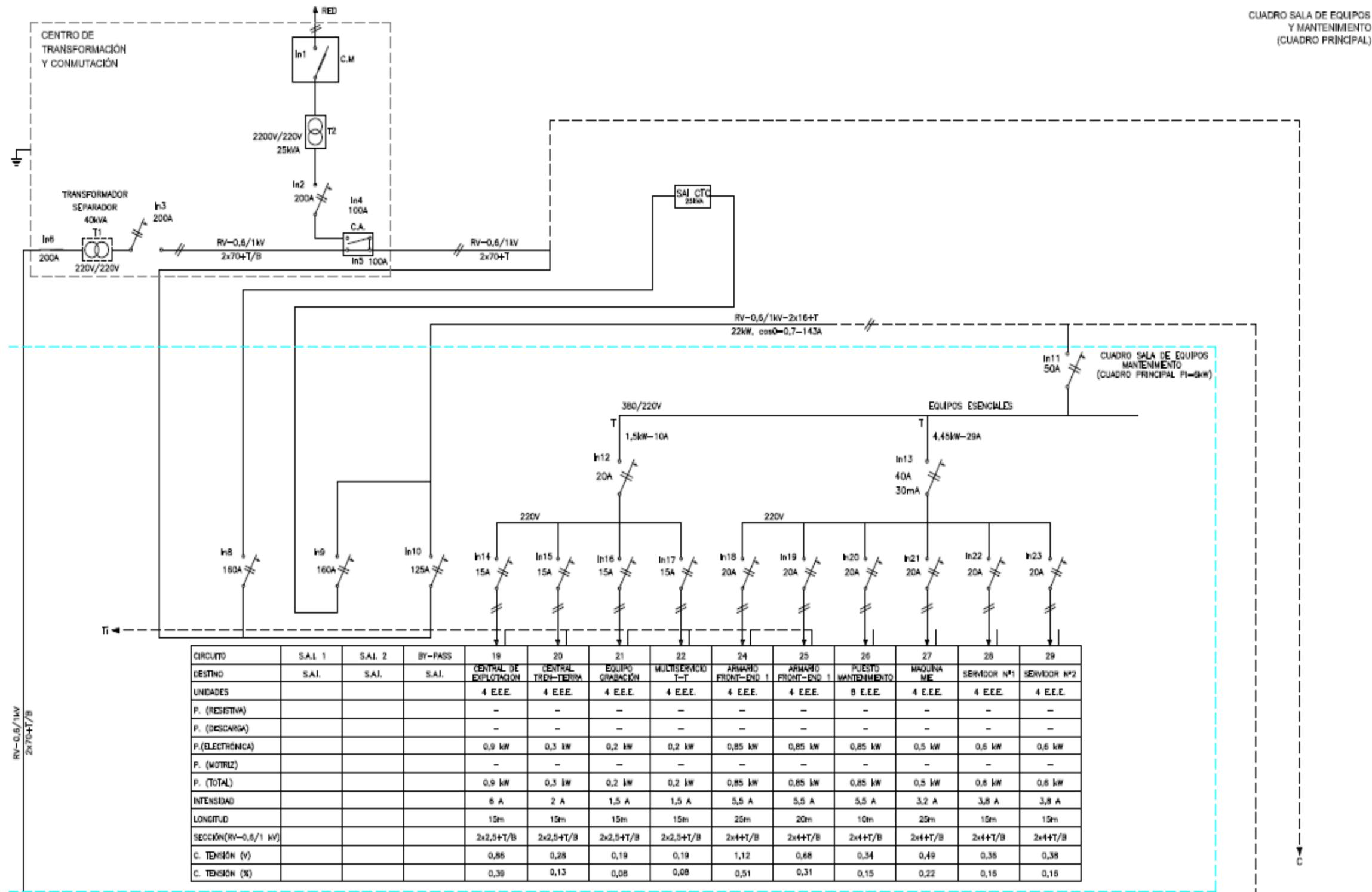
Existen canalizaciones principales de la estación de Bilbao-Abando y Se debe tener en cuenta que no están señalizadas las canalizaciones secundarias que incluyen cableados de circuitos de vía, señalización y motores de agujas. Tampoco se detallan todos los entronques con canalizaciones secundarias.

3.3.3. Suministro de energía

El Suministro de Energía a los diferentes equipos que configuran el Puesto Central de C.T.C de Bilbao-Abando, es un sistema de alta fiabilidad y está formado por los siguientes sistemas:

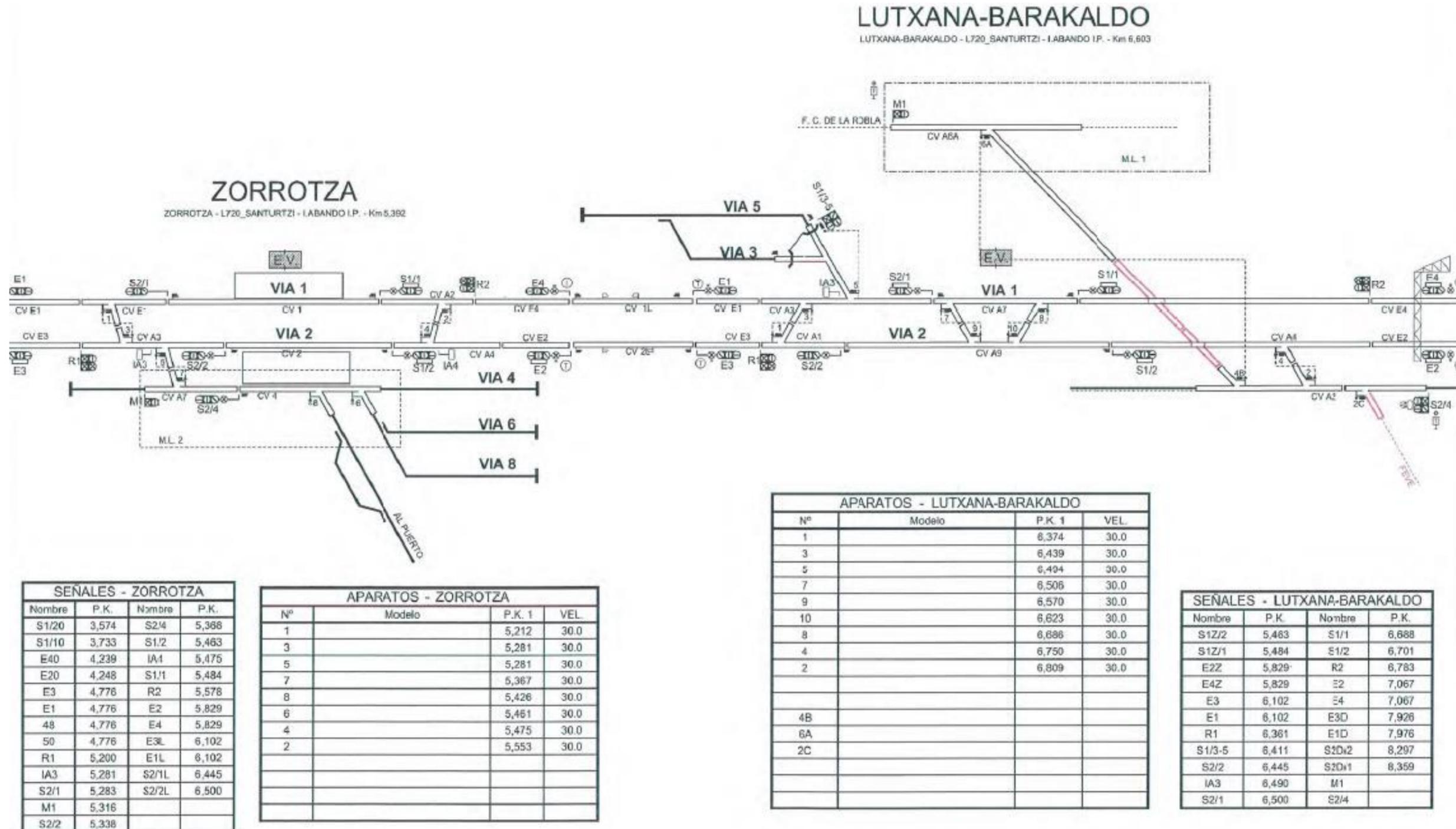
- Suministro nº 1 RED DE ALTA: Una línea en MT procedente de la red de IBERDROLA alimenta, en el Centro de transformación de Estación, en adelante CT IBERDROLA, un transformador trifásico de 30 kV/ 400 V, del cual parte una línea hasta un transformador Tri-Mono de 400/2200 V, desde el cual se alimenta en MT (2200 V) un CA-CT situado en el vial de la estación, esté CACT está, a su vez, conectado con los CA de Arrigorriaga y Olabeaga. Desde dicho CA parte una línea en MT hasta el cuarto de energía del CTC de las oficinas de ADIF, en el cual está instalado un AT con un transformador separador 2200/220 V para dar suministro en baja tensión. Esta red es la prioritaria.

Suministro nº 2 RED LOCAL: Desde el cuadro general de mando y protección de la estación (CGMP) situado en un cuarto anexo al CT IBERDROLA, procedente de dos transformadores ubicados en dicho centro de transformación, alimentados por una red de MT propiedad de IBERDROLA, parte una línea en BT hasta un equipo de medida indirecta situado en la parte exterior del edificio que parte la línea para la alimentación mediante red local del CTC. Ésta es la red secundaria. inicio de oficinas de ADIF. De dicho equipo de medida se alimenta el AEBT actual, del que parte la línea para la alimentación mediante red local del CTC. Ésta es la red secundaria.



3.3.4. Estación de Zorroza

La estación de Zorroza se encuentra en el km 5/406 de la línea C1 del núcleo de cercanías de Bilbao.



Las vías 4, 6 y 8 de la estación de Zorroza están totalmente abandonadas, lo cual, desde el punto de vista de las instalaciones de seguridad y comunicación, hay que presupuestar nuevos elementos para poder dar servicio ferroviario en esa zona.

3.4. Relación de las instalaciones a realizar

Las instalaciones de seguridad y telecomunicaciones del tramo objeto del presente Estudio Informativo se integrarán en la nueva línea de Alta Velocidad del País Vasco, tramo Vitoria-Bilbao-San Sebastián, dotando al tramo estudiado de unas prestaciones y características similares a las que se proyectarán para la línea de Alta Velocidad.

La definición en detalle de los sistemas de seguridad y comunicaciones excede el alcance del presente Estudio Informativo, debiendo ser objeto de posteriores fases de proyecto. No obstante, el presente apartado se ha enumerado los sistemas tenidos en cuenta a efectos de la valoración económica de las alternativas consideradas.

Para proyectar las instalaciones de señalización, se han tenido en cuenta los datos de trazado y perfiles de los diversos Proyectos de Plataforma, el esquema general de la línea y las tiras de bloqueo elaboradas por la Subdirección de Programación de Instalaciones de ADIF para los diferentes tramos de la línea.

Partiendo de dichos documentos, así como de los estudios y toma de datos específicos para cada uno de los sistemas e instalaciones objeto del presente Estudio Informativo.

El escenario final de explotación ha sido desarrollado en estudios previos, en los que se ha determinado una configuración de la Estación de Bilbao-Abando en dos niveles subterráneos, ambos por debajo de la cota de la actual playa de vías, y con la siguiente configuración:

- **Nivel -1.** Ancho ibérico y Ancho métrico.
- **Nivel -1,5** Reservado a las cocheras y, en su caso, una nueva base de mantenimiento.
- **Nivel -2.** Ancho internacional.

3.4.1. Metodología del estudio informativo

El Estudio Informativo para la nueva estación de Bilbao - Abando tiene un alcance de una estación con dos plantas, que recogen las circulaciones de Alta Velocidad, Cercanías y Ancho métrico, para los sistemas de señalización, telecomunicaciones fijas, GSMR, energía, integración en CTC-CRC... Se contemplarán las distintas particularidades de cada una, como sus sistemas intrínsecos y despliegue de aparatos en campo. También se considerará la conexión de la Estación ferroviaria con la estación de Metro de Abando. Así mismo se considerará la conexión de la Alta Velocidad con la Estación a través de los túneles definidos en el Estudio de Alternativas a través de un túnel de una longitud aproximada de 7 km.

Las obras e instalaciones a realizar, que además se proyectarán con todo detalle en los proyectos constructivos, de acuerdo con lo indicado en el apartado "Solución adoptada" de este anejo, son las que se describen a continuación:

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

Este estudio informativo se subdivide en dos principales bloques según se especifica a continuación:

- **Bloque I:** Nuevo tramo Galdako – Bilbao Abando de alta velocidad.
- **Bloque II:** Nueva configuración de la Estación de Bilbao Abando.

Además, se definirá teniendo en cuenta dos fases principales:

- **Fase I:** Fase provisional donde se llevará a cabo el levante de las vías de ancho convencional existentes en la estación de Bilbao Abando por consiguiente se trasladará el enclavamiento correspondiente a las líneas de ancho ibérico y de ancho métrico al edificio de la Concordia.
- Durante esta fase se mantendrá la circulación por vías ibéricas mientras que no habrá circulación por las vías métricas.
- **Fase II:** Fase definitiva donde se conectarán todas las líneas con la Estación de Bilbao Abando y la instalación del Enclavamiento de la línea del AVE en el edificio de la Concordia.

- Durante esta fase se centralizan los elementos de señalización en campo en el CTC de la Corcordia y, en su caso, en el edificio técnico CS1 situado en el PK 566+622 Zarátamo.

3.4.2. Escenarios estudiados

Se han analizado y valorado las instalaciones de las alternativas correspondientes a los dos trazados objeto del presente Estudio Informativo y que se desarrollan entre el nuevo viaducto del Nervión, del tramo Galdakao - Basauri de la Línea de Alta Velocidad del País Vasco, y el túnel existente de Cantalojas de la línea Castejón - Bilbao.

Únicamente se han considerado las instalaciones de seguridad y comunicaciones con las que será necesario dotar exclusivamente al tramo objeto del estudio, así como su integración en los correspondientes puestos centrales de control.

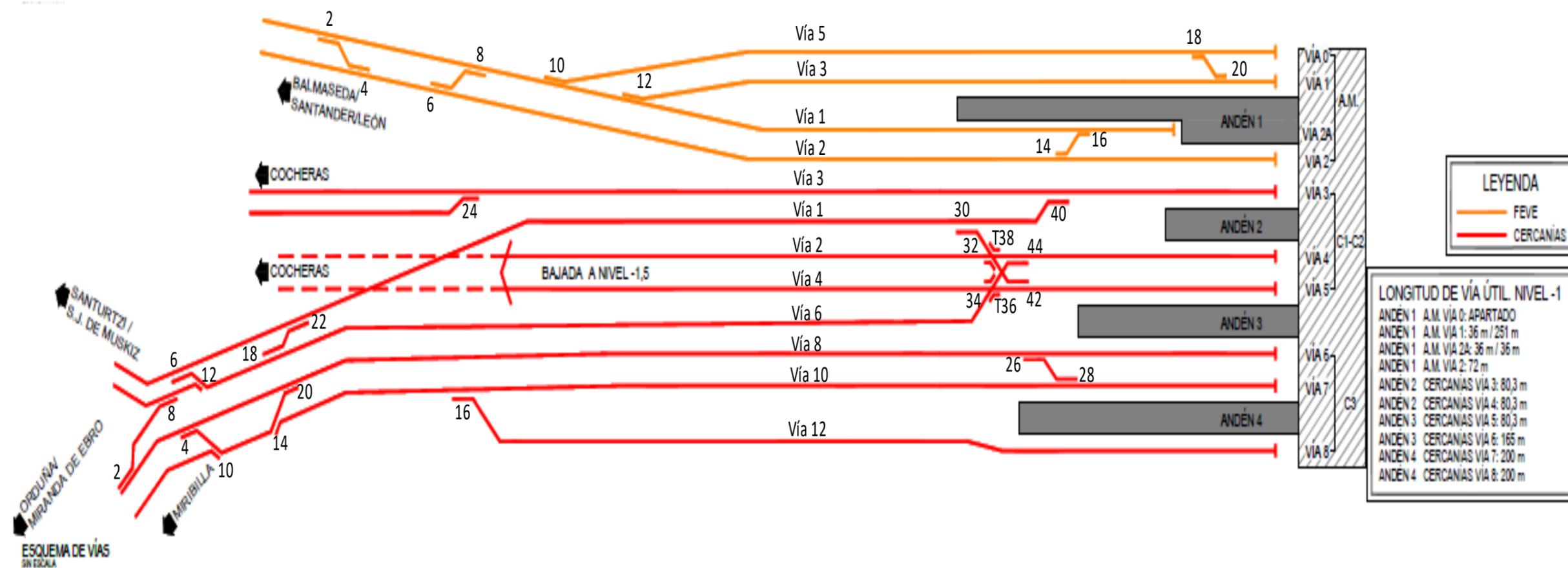
El presente Estudio Informativo no analiza en profundidad las actuaciones que puedan ser necesario realizar en las instalaciones de seguridad y comunicaciones de la estación de Bilbao y su playa de vías, para adaptar dicha estación a la situación final planteada. No obstante se ha dotado de las partidas presupuestarias necesarias para el correcto funcionamiento de la estación durante las distintas fases de obra.

Desde el punto de vista de las instalaciones de seguridad y comunicaciones, no existen diferencias significativas entre las dos alternativas analizadas.

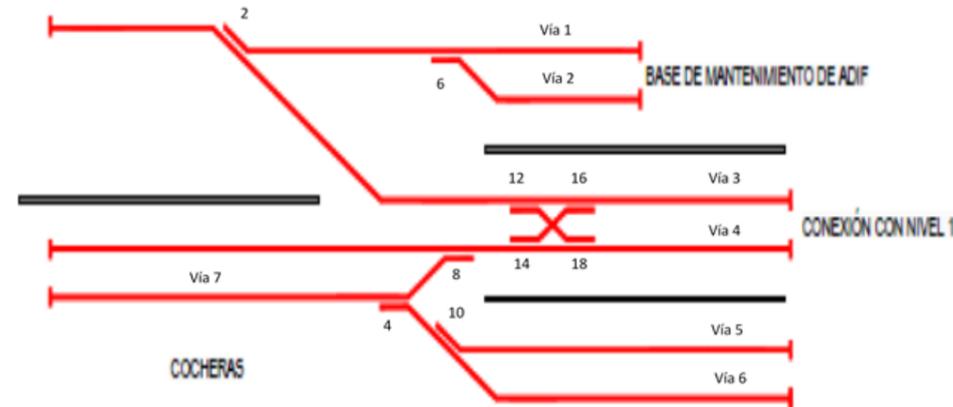
4. Descripción de las instalaciones a realizar

4.1. Líneas de ancho métrico y ancho ibérico

En el Nivel -1 de la estación de Bilbao-Abando. Ancho ibérico y Ancho métrico. Constituido por 8 vías y 4 andenes. 6 de las vías para servicios de Cercanías de ancho ibérico con 3 andenes de 220 m, y 2 vías de ancho métrico con andén de 250 m)



En el **Nivel -1,5 de la estación de Bilbao-Abando**: Ancho ibérico. Reservado a las cocheras y, en su caso, una nueva base de mantenimiento.



Las obras e instalaciones a realizar, que además se proyectarán con todo detalle en los proyectos constructivos, de acuerdo con lo indicado en el apartado “Solución adoptada” de este anejo, son las que se describen a continuación:

- Instalaciones de Seguridad y protección de tren
- Instalaciones de enclavamientos electrónicos, con controladores de objeto en algunas estaciones, incluida la estación de Bilbao-Abando existente.
 - Puesto de mando local Videográficos en las estaciones dotadas de enclavamiento
- Bloqueos electrónicos realizados por los enclavamientos electrónicos
- Elementos de campo tales como:
 - Circuitos de vía de audiofrecuencia
 - Señales luminosas tipo LED
 - Accionamientos eléctricos
- Sistema de Protección de Tren ERTMS Nivel 2
- Telemando de las Instalaciones desde el Puesto Central CTC de Bilbao-Abando.
 - Comunicaciones de Circulación sobre la base del sistema GSM-R

- Comunicaciones ferroviarias
- Tendido de cables generales de fibra óptica
 - Cuatro cables de fibra óptica, dos por cada una de las vías del tramo.
 - Tendido de un cable de fibra óptica adicional.
- Sistemas de transmisión
 - 2 Redes locales, nivel STM-1, servicios locales y GSM-R, en el tramo.
 - 1 Red troncal, nivel STM-16, con nodos intermedios para bucle de protección del anillo general.
- Las comunicaciones móviles
 - Sistema GSM-R.
- Red de cables independientes para cada una de las vías
- Suministro de energía

Energía para las Instalaciones de Seguridad y comunicaciones, con dos líneas trifásicas de 3000 V, con alternativa local en todas las estaciones se utilizará energía local.

- Red de canalizaciones

Red de canalizaciones a ambos lados del trazado que estarán constituidas por:

- Canalizaciones hormigonadas, en túneles
- Canaleta de hormigón, en espacio abierto.

Las canalizaciones generales se asumirán por la parte de Infraestructura y Vía.

Las canalizaciones secundarias se incluirán en las instalaciones de seguridad y comunicaciones

- **Adecuación de las salas técnicas** para los equipos de interior en el edificio de la Concordia.
- **Levante y desmontaje de las instalaciones existentes**, que no sean aprovechables para la situación definitiva en la estación de Bilbao-Abando.
- **Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones**, de acuerdo al protocolo de puestas en servicios de ADIF, basado en los requisitos reglamentarios especificados en el Reglamento del Sector Ferroviario

4.1.1. Alternativas en la ubicación de la base de mantenimiento

En el caso de la Base de Mantenimiento se nota una gran diferencia entre la ubicación en la estación de Zorroza o la ubicación en la planta -1.5 de la estación de Bilbao-Abando.

Desde el punto de vista de las instalaciones de seguridad y comunicaciones, existen diferencias significativas entre las dos alternativas analizadas.

4.1.2. Enclavamientos Electrónicos

Para la gestión de las circulaciones de las circulaciones en las estaciones del trazado se instalarán enclavamientos electrónicos y controladores de objetos, dependiendo estos últimos de los enclavamientos instalados en algunas estaciones.

La distribución de enclavamientos podrá ser variada en el proyecto constructivo.

Se instalarán enclavamientos para los tres tipos de líneas ferroviarias con acceso a la estación de Bilbao-Abando.

En las restantes estaciones se instalarán controladores de objetos que dependerán de los enclavamientos anteriores, en las que se enumera también el enclavamiento para resaltar la distribución espacial. Dicha distribución es la siguiente:

- Bilbao-Abando

En los enclavamientos electrónicos, los parámetros requeridos por el ERTMS nivel 2 se establecerán en su instalación, ya que dicho sistema será el único sistema de protección de las circulaciones que se establece.

El tipo de Bloqueo entre estaciones es Bloqueo Automático Banalizado (BAB). El establecimiento del bloqueo de forma determinista y automática garantiza la seguridad de las circulaciones entre estaciones.

Tanto los enclavamientos como los bloqueos son de tipo centralizado, centralizando el mando de los accionamientos y la posición de los desvíos, el encendido de las señales y su supervisión, así como, el estado de la ocupación de los circuitos de vía de explotación.

La aplicación de la lógica mediante el enlace de módulos de programas asegura un grado elevado de flexibilidad en la configuración de la instalación en el nuevo cantonamiento.

Las herramientas de que se dispone permiten obtener tiempos de respuesta particularmente reducidos en la puesta a punto del sistema, mediante simulaciones que realizan comprobaciones de la lógica de la instalación sin conectar a los elementos de campo, reduciendo al mínimo los posibles momentos de baja de la instalación. También permite realizar fácilmente cursillos de formación de operadores y técnicas sobre el propio enclavamiento antes de ser éste puesto en servicio.

Además, el enclavamiento electrónico dispone de herramientas para efectuar las siguientes labores:

4.1.2.1. Diagnóstico y Mantenimiento:

Los enclavamientos electrónicos disponen de sistemas de diagnóstico que son soporte para el mantenimiento y localización de averías.

Estos sistemas, accesibles localmente o desde un puesto remoto, indican, en caso de anomalía en el enclavamiento, un mensaje de fallo al que se asocia el elemento afectado y las acciones correctivas que hay que realizar, lo que permite una reducción de tiempo en las reparaciones de las averías.

Posibilidad de registro y reproducción de todos los movimientos y de la ocupación de circuitos que se realicen en la instalación, así como de todos los cambios producidos, incluida la hora y fecha de los mismos, con lo que se puede determinar los motivos y analizar las incidencias acaecidas.

4.1.2.2. Conexión a otros sistemas:

Los enclavamientos electrónicos disponen, mediante salidas del propio enclavamiento o a través de tarjetas electrónicas ya diseñadas, de los interfaces necesarios para conectarse a sistemas de diagnóstico, telemandos, etc.

Esta arquitectura modular permite aplicar con los cambios adecuados de lógica de explotación los mismos equipos a las diferentes topologías de vías, señales, desvíos y circuitos de la estación, así como a los requerimientos funcionales y de seguridad en cada momento.

Dicha aplicación es interesante para la estación de Bilbao-Abando que se sustituye el enclavamiento podrá requerir cambios en la conexión con los elementos de campo en los bastidores de entrada de los cables, que sirven de enlace con los elementos de campo.

Esta actividad de cambios en los bastidores de entrada de cables es una labor importante. Los bastidores de entrada de cables dispondrán de bornes seccionables para verificar de forma ineludible, certera y elemento por elemento que no habrá ningún error en el cambio de configuración de la explotación de una fase a otra.

Las pruebas previas elemento por elemento se realizarán verificando cada elemento en el campo, con los mandos que se efectúan y las informaciones que de dicho elemento se disponen en el enclavamiento en dichas pruebas. Una vez probado cada elemento se abrirán los bornes seccionables, permaneciendo en ese estado hasta la puesta en servicio de la fase de explotación para la que se efectúan las pruebas. Al final de estas pruebas previas de cada elemento la explotación podrá continuar con la configuración de explotación de la fase en explotación.

Se ha tenido en cuenta para la definición de las unidades de obra, los distintos enclavamientos electrónicos que posean la autorización de suministro y uso en ADIF y de acuerdo a la normativa CENELEC. En todos sus aspectos los enclavamientos cumplirán toda la normativa CENELEC vigente, muy especialmente las normas:

- UNE-EN 50121: Compatibilidad electromagnética.
- Parte 1: Generalidades.
- Parte 4: Emisión e inmunidad de los aparatos de señalización y telecomunicación.
- UNE-EN 50122: Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas.
- Parte 1: Medidas de protección relativas a la seguridad eléctrica y a la puesta a tierra.
- UNE-EN 50124: Aplicaciones ferroviarias. Coordinación de aislamiento.

- Parte 1: Requisitos fundamentales. Distancias en el aire y líneas de fugas para cualquier equipo eléctrico y electrónico.
- Parte 2: Sobretensiones y protecciones asociadas.
- UNE-EN 50125: Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para el equipo.
- Parte 3: equipo para la señalización y las comunicaciones.
- UNE-EN 50126: Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad. RAMS.
- Parte 1: Requisitos básicos y procesos genéricos.
- UNE-EN 50128: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.
- UNE-EN 50129: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para señalización.
- UNE-EN 50159: Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento.
- Parte 1: Comunicación segura en sistemas de transmisión cerrados.
- Parte 2: Comunicación segura en sistemas de transmisión abiertos.

El enclavamiento electrónico a suministrar deberá de mantener en todo momento las siguientes características:

- A nivel de seguridad, responden a un diseño "fail safe" al máximo nivel de integridad de seguridad, SIL 4, según se determina en las normas CENELEC UNE-EN 50129, asegurando que cualquier fallo en su funcionamiento sea detectado y actúe de modo que se garantice en todo momento 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 (sistema 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 el enclavamiento deberá disponer de un índice MTBF superior a 1 año. Esta disponibilidad se consigue con todos los sistemas con autorización de suministro y uso en el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, ya sea mediante redundancia de sistemas en el módulo principal del enclavamiento, mediante un sistema de 2 procesadores en configuración dual, estando uno de ellos en funcionamiento y el otro como reserva activa o "hot-stand by", o bien mediante 3 procesadores funcionando simultáneamente "on-time" en el que la caída o fallo de uno de ellos queda soportado por los otros 2 que continúan funcionando (sistema 2 de 3).
- A nivel de funcionalidad, cumple lo indicado en las distintas normas al respecto editadas por ADIF, destacando fundamentalmente las siguientes: norma NAS 800 sobre "Explotación y seguridad de enclavamientos eléctricos", norma NAS 806 sobre "Explotación y seguridad de los bloqueos automáticos" y norma NSV 93 sobre "Sistemas videográficos para enclavamientos y telemando".

La versatilidad del enclavamiento será tal que en el caso de cambiar las condiciones de explotación después de su instalación, su adaptación a la nueva situación pueda realizarse con la sola modificación del software específico de aplicación que describa el funcionamiento lógico del enclavamiento, y la adición de los interfaces de elementos de campo necesarios, caso de que estos hayan variado y las pruebas previas de los elementos con el proceso expuesto anteriormente.

4.1.2.3. Configuración del sistema

El enclavamiento definido tiene una configuración basada en una conexión en bus, una red tipo local doble Ethernet, o bien una red extendida tipo TCP/IP, WAN, etc. Los distintos componentes del enclavamiento están conectados a dicha red estableciendo tres 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.

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.

- 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. El 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.

El enclavamiento diseñado se completa con las unidades de bastidores de equipos electrónicos del enclavamiento, bastidores de entrada y distribución de cables y bastidores de energía.

La configuración básica del diseño de los nuevos enclavamientos electrónicos está formada por diferentes módulos elementales. Cada enclavamiento tendrá un número de estos módulos en función de su tamaño, teniendo en cuenta la capacidad de cada uno de dichos módulos que seguidamente se indica:

- Unidad central de proceso de enclavamiento
- Módulo controlador de objetos
- Rack para el alojamiento de tarjetas vitales o no vitales.
- Módulo para encendido y control de señales.
- Módulo de entradas de seguridad para comprobación de elementos.
- Módulo de salidas de seguridad para mando de elementos de campo.
- Módulos de mando de agujas.
- Módulo de procesamiento y control de entrada/salidas no vitales.
- Módulo no vital de control de interface con CTC.
- Módulos no vitales para control de interface con puesto local.
- Módulo de ayuda al mantenimiento y diagnóstico.
- Registrador jurídico para enclavamiento.
- Módulo de comunicaciones vitales por canal de datos.

- Módulo de comunicaciones con el RBC

4.1.3. Bloqueos

Los bloqueos automáticos cumplirán funcional y operativamente lo indicado en la norma NAS 806 sobre "Explotación y Seguridad de Bloqueos Automáticos".

Para efectuar la salida de una circulación en una dirección, el bloqueo automático se establecerá cuando el cantón localizado entre la estación expedidora y la estación receptora esté libre y las condiciones de seguridad lo permitan, y sin intervención sobre el sistema del responsable de la circulación de la estación de destino. El establecimiento de bloqueo, si se dan las condiciones de seguridad, se establecerá bien sea por orden de establecimiento de bloqueo o por establecimiento de itinerario de salida de la estación.

El desbloqueo se producirá cuando haya llegado el tren a la estación receptora y no se encuentre establecido un nuevo itinerario de salida en la estación emisora.

En el caso de bloqueo establecido en un sentido se producirá el desbloqueo cuando haya llegado el último tren a la estación receptora y, no se encuentre establecido un nuevo itinerario de salida en la estación emisora.

La lógica que permite el establecimiento del bloqueo y su explotación reside en los mismos equipos que la lógica del enclavamiento. En el equipamiento de los enclavamientos están comprendidos los módulos electrónicos que permiten la relación para el bloqueo entre estaciones

La transmisión de las condiciones de bloqueo entre equipos colaterales se realizará mediante telegramas de datos codificados, y se dispondrá de dos rutas de comunicaciones por fibra óptica por cada uno de los equipos colaterales de bloqueo con los que se relacione para comunicarse con unidades de proceso adyacentes.

El fallo de transmisión de uno de los dos canales de comunicaciones, entre equipos adyacentes, no repercutirá en la explotación del bloqueo del trayecto correspondiente mientras la comunicación por el otro canal permanezca en perfectas condiciones de funcionamiento.

Independientemente de emplearse o no medios compartidos de transmisión, para salvaguardar la integridad de la seguridad de los bloqueos de acuerdo a la norma

CENELEC UNE-EN 50159-2 sobre “Requisitos para la comunicación relacionada con la seguridad en los sistemas de transmisión abiertos”, los mensajes de bloqueo que se transmitan entre sistemas o equipos colaterales incluirán la identificación positiva de origen y destino con funciones de bloqueo.

4.1.4. Puesto de mando local

Este sistema permite el mando y control de las circulaciones por medio del enclavamiento en modo local, por medio del envío de órdenes al enclavamiento para ejecutar los diferentes itinerarios y movimientos individuales de los enclavamientos electrónicos y en el que se representa la distribución de vías y el estado de los elementos de la instalación.

La arquitectura del sistema se complementa con el ordenador residente, ubicado en la cabina del enclavamiento y conectado de forma permanente al mismo. Contiene la aplicación de control del enclavamiento y el software de comunicaciones necesario para comunicarse con el puesto de operador.

Por tanto, el sistema de mando local estará estructurado como una red local: el ordenador residente contendrá el programa de control del ENCE, funcionando como interface entre el puesto de operador y el ENCE. De forma estándar, el ordenador residente no dispondrá de teclado, ratón ni monitor, si bien, pueden disponerse opcionalmente. De igual modo, este ordenador se configurará como servidor de red para la comunicación con el puesto de operador, siendo dicha dirección de red la misma para todos los ENCE de una misma tecnología.

Se dispondrá una red local entre la cabina del enclavamiento y el Gabinete de Circulación. Se tenderá también una red de alimentación conectada a los sistemas de alimentación del enclavamiento, de forma que en todo momento la disponibilidad del puesto de operador sea idéntica a la del enclavamiento que opera.

Este sistema permite la visualización del estado de los elementos de campo, establecimiento de movimientos, averías, alarmas, y demás información relevante, de acuerdo a la normativa SV-01 “Norma de sistemas videográficos para Enclavamientos y Telemandos”.

Se instalarán puesto de mando locales videográficos en la estación de Bilbao-Abanado en la que se instala el enclavamiento electrónico. El número de monitores será función del tamaño de la estación, para que en todo momento se pueda ver la totalidad de la estación y los bloqueos asociados.

4.1.5. Sistema de Protección del Tren

El sistema que se establecerá de Protección de Tren en la definición del Proyecto Constructivo será el siguiente:

- ERTMS / ETCS nivel 2

4.1.5.1. Sistema ertms / etcs (european rail traffic management system/european train control system)

El tramo objeto de este estudio informativo se equipará con el sistema ERTMS / ETCS Nivel 2 como sistema de operación de protección de tren principal y único, según la norma NAS 840 “Requisitos Funcionales y Reglas de ingeniería ERTMS Nivel 1 y Nivel 2”.

El Reglamento de Circulación Ferroviaria, Real Decreto 664/2015, de 17 de julio, para la implementación del Sistema ERTMS Nivel 2, tiene preeminencia sobre los aspectos definidos en la NAS 480 que pudieran limitar la funcionalidad y operatividad del Sistema ERTMS nivel 2.

Las balizas que se instalarán serán balizas fijas de ERTMS de acuerdo con la NAS 840 en su apartado 3.1.

Para la instalación del sistema ERTMS nivel 2, Adif deberá confeccionar el Programa de Explotación de ERTMS Nivel 2.

Las señales de bloqueo con el cartelón “P” son señales con rojo permisivo permanentemente, por lo que no son señales de parada absoluta o señales absolutas.

En el proyecto constructivo deberán estudiarse las transiciones de entrada y salida del ámbito del sistema ERTMS para cumplir las reglas funcionales y el Programa de Explotación de ERTMS definitivo que entregue Adif.

4.1.5.2. Interfaz con GSM-R

El sistema ERTMS Nivel 2 utiliza la red de comunicaciones GSM-R para la transmisión continua de autorizaciones de movimiento de los trenes que supervisa. Se instalará el sistema de GSM-R El sistema radio solapará suficientemente la zona no equipada contigua al tramo equipado para permitir al sistema iniciar sesión sin reducir la velocidad y en caso alguno frenar.

El RBC dispondrá del número de canales necesarios en forma de interfaces estándar E1 para mantener las sesiones preestablecidas dentro de los parámetros de partida, aportando un porcentaje adicional que será tenido en cuenta en los cálculos paramétricos de tráfico.

La conexión para todos los interfaces estándar E1 será dual y por dos caminos distintos.

4.1.5.3. Interfaz con enclavamientos.

La interfaz de cada enclavamiento electrónico con el RBC será tipo serie. Estos equipos de interfaz deben transmitir al RBC la posición de las agujas y el aspecto de las señales, para que el RBC envíe vía radio la autorización de movimiento en forma de curvas de velocidad.

Estos interfaces deben explícitamente transmitir al RBC la Disolución de emergencia de Itinerarios y cumplir en general todas las especificaciones de ADIF en cuanto a interfaces con enclavamientos.

4.1.5.4. Rbc

En el proyecto constructivo, se incluirá un único conjunto de RBC ubicado en la estación de Bilbao-Abando.

Se realizará un cálculo de la capacidad del RBC y la capacidad podrá estar distribuida en sectores según los cálculos justificativos. La capacidad cubrirá la densidad de tráfico que se prevea más una reserva del 15%. El hecho de prever la capacidad es una previsión de que dicho tramo pueda incorporarse al sistema de explotación con ERTMS nivel 2 en el futuro.

Esta configuración es imprescindible para el desarrollo de esta línea, debiéndose de ajustarse exactamente a la misma.

Tendrá capacidad para realizar handover entre RBC de tal forma que estas transferencias de control entre puestos no se vean afectados por la transmisión GSMR (handover entre estaciones, handover entre BSC's, handover entre MSC's)

El RBC serán intrínsecamente de alta disponibilidad y de fiabilidad adecuada, no aceptándose diseños que configuren RBC redundantes.

Los interfaces de los enclavamientos con los RBS serán en todos los casos interfaces serie.

El RBC tendrá capacidad para varios tipos de interfaces con enclavamientos.

En cada enclavamiento se instalará instalar el equipo de interface del con el RBC para efectuar la transmisión de informaciones, que será redundante.

No se admitirán interfaces serie paralelo y paralelo en los enclavamientos electrónicos

4.1.5.5. Pce

El Puesto central de ERTMS se ubicará en la estación de Bilbao-Abando. Dispondrá de redes locales de comunicaciones independientes que alojará el sistema PCE y el equipo SAM CM.

El equipamiento del puesto de operación del PCE se instalará en la Sala de Operadores del Puesto de Control de la estación de Bilbao-Abando, que podrá ser acondicionada.

El PCE se operará desde el Puesto de Supervisor de Circulación de la Sala de Operadores La Workstation del módulo MMI (Man Machine Interface) del PCE se instalará en la sala de los equipos de CTC.

Para dicho puesto de supervisor se suministrará un teclado, ratón y nuevo monitor, con la siguiente configuración:

- 1 monitor para el MMI del PCE y el gestor de LTV

Los servidores centrales del PCE se instalarán en la sala técnica dónde se ubica el equipamiento del RBC.

4.1.5.6. Ple

Los Puestos Locales de ERTMS son localmente el interfaz con cada RBC para gestionar las limitaciones de velocidad temporales de tramo. Se ubicará uno en cada extremo del tramo en los gabinetes de circulación de Bilbao-Abando. Esta ubicación es susceptible de variar de acuerdo con la organización que Adif considera más óptima, para la prestación del servicio ferroviario.

4.1.5.7. Cm

El puesto central de mantenimiento (CM) se ubicará en la estación de Bilbao-Abando.

Se instalarán además un terminal de operador en la gerencia de mantenimiento.

4.1.5.8. Saml

Los puestos locales de mantenimiento se ubicarán en las distintas cabinas de enclavamiento objeto del proyecto

4.1.5.9. Jru rbc

El registrador jurídico irá asociados al RBC almacenando la información relevante para posterior análisis. Se ubicará en la misma sala.

4.1.5.10. Jru pce

El registrador jurídico irá asociados al PCE almacenando la información relevante para posterior análisis. Se ubicará en la misma sala.

4.1.5.11. Kmc

El centro de gestión de claves irá asociados al RBC. Se ubicarán en la misma sala.

4.1.5.12. Balizas

Se instalarán eurobalizas fijas en número y ubicación conformes a al Programas de Explotación proporcionados por Adif.

4.1.5.13. Transiciones

Las transiciones de ERTMS nivel 2 a nivel 0 con STM-ASFA y viceversa se ubicarán a distancia suficiente para que el RBC inicie sesión con la circulación, teniendo en cuenta un intervalo de 40 segundos entre la baliza de conexión que

proporcionará el número del RBC que controla la zona, y la primera baliza de aviso de transición.

Entre las balizas de aviso de transición y orden se dejará un espacio apropiado para que el equipo embarcado transite sin aplicar freno.

La transición se estudiará detenidamente en el desarrollo del Proyecto constructivo con el Programa de Explotación definitivo de Adif, por si requiera tener información de la posición de algún aparato de estaciones frontera, fuera del ámbito del ERMTS.

4.1.5.14. Interfaz con telecomunicaciones fijas

Los equipos de telecomunicaciones fijas, incluidos en el alcance de este proyecto, proporcionarán doble conexión redundante Ethernet Gigabit independiente para la transferencia de datos entre cabinas remotas y el RBC

Una segunda red redundante dedicada a los PCE albergará los equipos de gestión y mantenimiento centrales.

Una tercera red llamada de diagnosis conectará los equipos SAM entre ellos proporcionando una comunicación independiente del tráfico de datos correspondiente a la operación.

4.1.5.15. Equipamiento

El sistema ERTMS / ETCS nivel 2 se compone básicamente de:

- Centro de bloqueo por radio (RBC).
- Registrador jurídico del RBC (JRU-RBC).
- Sistema de gestión de claves (KMC).
- Interfaz enclavamiento – RBC.

Además, el equipamiento del nivel 2 de operación se complementa con los siguientes equipos propios del sistema ERTMS / ETCS:

- Puesto central de ERTMS (PCE), donde se podrá realizar de manera centralizada la supervisión y el mando del sistema ERTMS / ETCS.

- Central de mantenimiento y diagnóstico (CM), donde se almacenará en una base de datos todos los mensajes relacionados con la diagnosis que se generan por los sistemas de ayuda al mantenimiento del sistema ERTMS.
- Puesto local de operación de ERTMS (PLE), donde se facilita al operador la gestión del sistema ERTMS a nivel local.
- Sistema de ayuda al mantenimiento local (SAM-ERTMS local), que permite el acceso a la información relativa al mantenimiento generada por los equipos ERTMS tanto de forma local, es decir, desde la dependencia en la que se encuentren, como de forma centralizada desde el puesto central.
- Equipo de control de interfaces (PCI-ERTMS), que comunica los equipos de ERTMS conectados a la red unificada de señalización y de detectores con el puesto central de ERTMS, conectado a los servicios de alta disponibilidad.
- Eurobalizas, que son los dispositivos de transmisión puntual instalados en la vía que, al paso del tren, son energizados por la antena de éste, enviando un telegrama al equipo de a bordo. Pueden ser de dos tipos: fijas o conmutables.

La ubicación definitiva del equipamiento se podrá modificar de acuerdo con las necesidades de ADIF.

4.1.6. Control de Tráfico Centralizado (CTC)

Se proyectará un CTC, para el telemando de los enclavamientos de ancho métrico a la nueva ubicación de La Concordia.

Se proyectará un CTC, para el telemando de los enclavamientos de ancho ibérico a la nueva ubicación de La Concordia.

Al ancho métrico se le aplicarán los mismos criterios que al ancho ibérico; enclavamiento, telemando, CTC, ...

Se proyectará la modificación de la configuración del sistema de telemando de cada CTC actuales en Bilbao-Abando.

La modificación del telemando será conforme a lo dispuesto en la norma NRS 01 "Norma funcional y Técnica para sistemas de Control de Tráfico Centralizado.

Se modificará el software actual para el telemando de la estación de Irún desde el Puesto Central, y se añadirán las imágenes correspondientes a la citada estación. Esta modificación se realizará de acuerdo con las siguientes normas:

- Norma Funcional y Técnica para Sistemas de Control de Tráfico Centralizado (C.T.C.) NRS-01.
- Norma Funcional del Interface de Usuario para Operadores y Supervisores de Control de Tráfico Centralizado (C.T.C.) NRS-02.
- Norma de Sistemas Videográficos para Enclavamientos y Telemandos SV-01".

En los ordenadores centrales de gestión residirán las bases de datos en tiempo real y los datos históricos.

El software a implementar en el puesto central comprenderá la ampliación, modificación de las siguientes áreas:

- Mandos.
- Programación Automática de itinerarios.
- Representación gráfica
- Definición y asignación de zonas de control.
- Numeración y seguimiento de trenes.
- Gestión de alarmas relacionadas con la explotación.
- Base de datos de explotación.
- Gestión de alarmas intrínsecas al sistema.
- Registro histórico de eventos.
- Comunicaciones.

Las alarmas podrán ser visualizadas en pantallas, registradas en impresora y almacenadas en soporte informático, para su atención inmediata y acción oportuna por parte de los correspondientes operadores del sistema de C.T.C.

Todos los puestos de operador podrán tomar el dominio de la banda de CTC de Bilbao-Abando que incorporará el tramo objeto del Proyecto a definir.

Debido a que se las comunicaciones con las circulaciones serán a través del sistema GSM-R, al menos, dos puestos de Operador estarán equipados con un terminal de comunicaciones GSM-R. El resto de puestos podrán utilizar un terminal móvil.

La transmisión del telemando de CTC del tramo objeto de este estudio informativo será independiente, en cuanto a canales de telemando. Se instalarán dos FRONT-END una tarjeta esclava de comunicaciones compatibles con FRONT-END. Dispondrán de los protocolos para el intercambio de informaciones entre el Puesto Central de C.T.C. y los nuevos enclavamientos electrónicos

El software de protocolos entre el enclavamiento y C.T.C. se considera incorporado como una de las características intrínsecas del suministro, como cualquier otra característica eléctrica, electrónica o mecánica que se implementa en la interfaz entre el enclavamiento y el CTC que se instalan los nuevos enclavamientos.

Así mismo, esta última interfaz dispone de duplicidad de medio de transmisión para el canal dual del telemando de CTC.

4.1.6.1. Módulo de interconexión con el cuadro de mando y con el C.T.C:

Se ha integrado en este módulo tanto la interconexión con el puesto de mando local como con el C.T.C., esto es así porque prácticamente se necesitan las mismas informaciones (mandos e indicaciones) para ambos sistemas, sacándose éstos a través de canales serie cuando se trata de un enclavamiento electrónico.

Este módulo tiene la función de procesar los datos referentes al estado de los elementos de campo y representarlos como indicaciones seguras en los monitores en color del puesto de mando local o del puesto central del C.T.C. para ello:

- Recopila la información de indicaciones de los elementos de campo.
- Traduce las informaciones de indicaciones de imágenes y las transmite hasta sobre cuatro monitores en color, de alta resolución.

En cuanto a la función de interconexión con el C.T.C., este módulo hace de puesto satélite o remota del mismo, configurándose como un sistema con dos puertos serie, que puede conectarse cada uno de ellos a un medio de transmisión distinto.

La comunicación se realizará entre este módulo y las tarjetas de comunicaciones incluidas en los front-end del Puesto Central, cumpliendo las recomendaciones editadas por ADIF sobre sistemas abiertos.

El módulo está preparado para atender a dos líneas serie simultáneamente, estando activa una u otra en función de la ruta considerada en cada momento por el front-end de comunicaciones del Puesto Central, siendo capaz de comunicarse por un canal de datos punto - multipunto a 9.600 baudios.

Este módulo dispone de las salidas serie directas a través de módems para enlazar con un sistema de transmisión digital por la fibra óptica o el cable metálico de comunicaciones.

Además, este módulo dispone de una salida para la conmutación automática local/C.T.C. de la central de circulación.

4.1.6.2. Comunicaciones de Circulación sobre la base de GSM-R

De acuerdo con el art. 1.4.1.1.- Clasificación y características de las comunicaciones del Reglamento de Circulación Ferroviario, las comunicaciones verbales entre Maquinistas y Responsables de Circulación se realizarán preferentemente mediante el sistema de radiotelefonía disponible al efecto.

En la estación de Bilbao-Abando dotada de enclavamiento electrónicos se instalarán centrales de circulación Revenga, para su comunicación con el CTC y con los maquinistas a través de la interfaz.

No se han previsto la instalación de teléfonos en señales absolutas, ya que, en ausencia de sistema de radiotelefonía, el maquinista deberá disponer de un medio de comunicación portátil conforme a lo indicado en el artículo 5.2.4.2., ya que en caso de avería en el sistema embarcado de radiotelefonía GSM-R, el Maquinista lo comunicará al Responsable de Circulación correspondiente. Por lo que se deberá disponer de un medio de comunicación portátil GSM-R o radiotelefonía pública para mantener las necesidades de comunicaciones reglamentarias entre el Maquinista y los Responsables de Circulación

4.1.7. Telecomunicaciones fijas

Las redes de Telecomunicaciones fijas responderán a los aspectos siguientes:

- Redundancia de cables y sistema de transmisión para elevar la disponibilidad

Cada vía dispondrá de sus fibras para ruta alternativa. En caso de fallo de su ruta alternativa, mediante anillos de transmisión podrá seguir operativa en caso de doble corte en la fibra.

- TECNOLOGÍA: Tecnologías totalmente probadas y por ende seguras.
- ARQUITECTURA: Solución Multiservicio no propietaria
- TOPOLOGIA: Diseño para dar Garantía de Seguridad (Redundantes)
- GESTIÓN: Integrada y jerárquica (Red y Servicio)
- EVOLUCIÓN: Continuidad con las líneas existentes y extensiones futuras
- INTEROPERABILIDAD: Integración entre líneas, servicios y gestión

4.1.7.1. Red de cables

Está formada por el conjunto de cables que soportan el medio de transmisión físico, basadas en cables de fibra óptica.

- Dos cables de 64 fibras ópticas. Uno de ellos será de nuevo tendido

El tendido se efectuará por el monotubo de reserva, que se supone existente. En caso de que no fuera así se presupuestará el tendido por las canalizaciones existentes.

- Cuatro cables de 64 fibras ópticas, dos por vía.

Los nuevos cables de fibra óptica serán de tipo PKESP si su tendido se realiza en canalización. En el caso de que se realice en perchas en perchas o en túnel, el tipo de cable será TKEST. Es decir, en este último caso será ignífugo.

Para enlazar BTS de GSM-R con repetidores de GSM-R en túnel se utilizará cable se 16 fibras ópticas del mismo tipo que los anteriores.

4.1.7.2. Red de transporte

La red de transporte estará basada en la tecnología SDH (Synchronous Digital Hierarchy, jerarquía digital síncrona), constituyendo anillos mediante nodos de matriz de conmutación STM-64 e interfaces STM-16, y la red de acceso SDH en nodos STM-1.

La red utilizará estructuras topológicas en forma de anillo pues aumenta la fiabilidad ante las caídas de enlaces, que unido a los mecanismos de protección y redundancia, proyectados proporcionarán a la red un alto grado de fiabilidad.

4.1.7.3. Red de acceso

La Red de Acceso estará constituida en nivel inferior de la Red de Transporte SDH y se corresponderá con el nivel jerárquico STM-1 del estándar SDH.

Se instalarán dos equipos STM-1 en las siguientes estaciones:

- Bilbao-Abando
- En todas las estaciones del tramo, considerándose como estaciones todos los emplazamientos de controladores de objetos o estaciones con agujas.

La red de acceso tendrá una topología de sub-anillo STM-1, conectado entre los dos equipos SDH STM-16 situados en algunas de las Estaciones.

Se instalará un equipo STM-1 en cada las BTS del tramo objeto de este estudio informativo, que podrá ser compartido con el anterior definido en el párrafo anterior, cuando coincida con las estaciones.

La red constará de 3 anillos de accesos sobre las fibras de Adif. Esta red dispondrá de un sistema de gestión común con la red de transporte, desde el que se podrán realizar de forma centralizada todas las tareas de configuración y gestión de los equipos distribuidos a lo largo de la vía. El plan de sincronización de la red de transporte como para la red de acceso es conjunto.

4.1.7.4. Red de datos

Las redes de datos a transmitir que se establecen para soportar la gestión del servicio ferroviario en el tramo estudiado, utilizando las redes de transporte y acceso definidas, serán las siguientes:

- Red de datos de las Instalaciones de Seguridad. CTC y Bloqueos entre estaciones
- Red de datos del sistema de RBC con los enclavamientos
- Red de datos del GSM-R
- Red de datos comerciales y de otro tipo

- Red de Voz sobre I/P
- Datos de gestión del sistema de transmisión
- Se podrán establecer los tipos de acceso siguientes:
- Los accesos de las tres primeras redes serán para cada una de ellas a 2 Mbit/s
- Accesos Ethernet hasta 2.48 Gigabit, utilizando una trama de nodos STM-16, en las estaciones dotados de ellos

En las restantes estaciones se podrán utilizar las fibras ópticas para implementar distintos sistemas transmisión específicos según las necesidades de los servicios para enrutarlos a los nodos de acceso STM-16.

Dichos sistemas de transmisión serán propios de cada servicio y no forman parte del objeto del apartado de telecomunicaciones fijas.

Esta solución se podrá utilizar para los datos comerciales y de otro tipo.

Se podrá utilizar la tecnología I/P que estará formada por switchs N2/N3 con una capacidad para 1 Gigabit.

Se podrán incorporar datos de otros sistemas que no son objeto de este anejo como son los siguientes:

- Detector de Cajas Calientes
- Detector de Impacto Vertical (DCC)

4.1.7.5. Política de seguridad acceso a redes

La importancia de establecer mecanismos de seguridad en cuanto al acceso a las redes a través de los equipos de transmisión se ha convertido en una necesidad primordial. Los mecanismos de protección existentes en las redes de transmisión para asegurar las comunicaciones entre emplazamientos, como son las configuraciones en anillo, protocolo SNCP en SDH, generando de rutas de backup en redes de conmutación de paquetes, etc., debe ser complementado con un control de quien se conecta a la red, si se puede conectar a la misma y que perfiles de usuario se les va a conceder para establecer su comunicación y para ello se debe desarrollar un procedimiento operativo que permita establecer una conexión segura y eficaz. El procedimiento operativo que se diseña en el presente proyecto

y que todos los equipos deben tener en sus puertos consta de tres fases bien diferenciadas denominadas AAA:

- Autenticación: Proceso de intento de verificar la identidad del remitente de una comunicación con una petición para conectarse.
- Autorización: Proceso por el cual la red de comunicaciones de datos autoriza al usuario identificado a acceder a determinados recursos de la misma. Es importante que los recursos de tráfico estén bien definidos y limitados para que no existan interferencias entre servicios.
- Auditoría o accounting: Mediante la cual la red registra todos y cada uno de los accesos a los recursos que realiza el usuario autorizados o no. Así se puede realizar una trazabilidad de la actividad del usuario.

4.1.7.6. Sistema de supervisión de fibra óptica

El objeto de este sistema es dotar a la red de cables de fibra de una supervisión que garantice el correcto funcionamiento, así como la prevención desde el punto de vista de mantenimiento de las posibles averías que por distintas causas imprevistas pudieran sufrir los cables portadores de las fibras.

El Sistema de Supervisión de Fibra Óptica tendrá un doble objetivo:

- Supervisión de cada uno de los cables de fibra mediante la realización de dos tipos de medidas sobre fibras pasivas:
- Medidas de potencia sobre una fibra de cada uno de los cables.
- Medidas reflectométricas sobre otra fibra de cada uno de los cables.
- Monitorización continua de fibras activas (Enlaces pertenecientes a los sistemas de Transporte SDH).

Debido a que la mayoría de las averías a un cable de fibra óptica inciden sobre la totalidad de las fibras de dicho cable, se ha decidido observar una fibra por cada cable. Estas fibras son exclusivas para este y las medidas que se realizarán sobre ellas son sobre fibras pasivas, llamadas así porque no soportan ningún servicio de transmisión de información. Por la importancia de la red de Transporte, las fibras destinadas a este servicio también serán supervisadas y serán las medidas realizadas sobre fibras activas.

La disposición por emplazamiento de las sondas de potencia óptica (PTRO) necesarias para las medidas de potencia y el uso al que serán destinadas se encuentran resumidas en la siguiente tabla:

Las medidas reflectométricas de los nuevos cables a supervisar se realizarán desde un reflectómetro (OTDR).

Para iluminar las fibras pasivas es necesario instalar una Unidad de Fuente Óptica (UFO)

El sistema de gestión dispone de una Unidad Central (UC) y de un Puesto de Operador (PO) desde el que se podrá supervisar, controlar y operar las URT.

La Unidad Central está basada en un servidor tipo SUN con sistema operativo Solaris (UNIX). El Puesto de Operador es un PC de tipo convencional con sistema operativo tipo Windows

Todas las conexiones necesarias para este sistema a nivel de red se harán a través de la Red de Datos de Explotación, ya descrita en el apartado de las redes de datos.

4.1.8. Telecomunicaciones móviles

Con el objetivo de garantizar una completa funcionalidad del sistema GSM-R, tanto para satisfacer los requerimientos de calidad y fiabilidad de las comunicaciones como para facilitar las tareas de mantenimiento, la solución a proyectar desarrollará un sistema de altas prestaciones cuya finalidad del conjunto es la siguiente:

- Implementar un sistema de comunicaciones móviles, basado en el sistema GSM - R que, entre otras funcionalidades, garantice las comunicaciones de una forma fiable.
- Ofrecer una cobertura de radio que garantice los niveles de potencia exigidos mayor que el 95% (tanto en tiempo como en espacio) en todos los tramos ferroviarios dentro del presente Proyecto.
- Ofrecer una arquitectura que garantice una fiabilidad y disponibilidad avanzada acordes con el nivel de prestaciones requerido en el entorno ferroviario.

- Implantar sistemas que cumplen los estándares internacionales e interfaces abiertos permitiendo el uso de equipos de otros suministradores a la red GSM - R.

- Implantar un sistema de gestión fácil de manejar y de nuevas prestaciones.

La red GSM-R se desarrollará con el fin de satisfacer todos los requerimientos exigidos y muy especialmente los de funcionalidad y disponibilidad, para posibilitar el funcionamiento del sistema ERTMS Nivel 2.

Se corresponderá con las Instalaciones de Telecomunicaciones móviles GSM-R que estará constituido por doble capa: Capa A y Capa B, en el tramo. Cualquiera de las capas dará cobertura a todo el tramo. En Bilbao-Abando cubrirá con amplitud el trayecto para la entrada en sesión de la explotación de ERTMS nivel 2.

Los elementos y sistemas de GRM-S a instalar y las operaciones a desarrollar serán los siguientes:

- Estaciones Base Transceptoras (BTS)
- Repetidores ópticos (FOR), cuyo enlace con la BTS es por fibra óptica
- Nodos ADM STM-1 de la red de transmisión SDH, uno por cada capa, cuando no coincida con otro nodo de estación.
- Controladora de Estaciones Base (BSC) por capa.
- Instalación de 1 Unidad Transcodificadora y Adaptadora de Velocidad (TCU/TRAU) por capa.
- Integración de los nuevos elementos de red en el sistema O & M (Operación y Mantenimiento).
- Instalación de un puesto de operador de mantenimiento (cliente) dependiendo del Servidor Radio Commander mencionado.
- Integración en sistema existente de 1 Gestor de red de repetidores para la supervisión de dichos equipos y un cliente conectado al servidor de gestión.
- Integración en sistema existente de 1 Gestor para la supervisión de la red de rectificadores y dos clientes conectados al servidor de gestión.

- El sistema de supervisión de alarmas está basado en un servidor central donde se concentrarán todas las alarmas producidas en los emplazamientos ubicados a lo largo de la vía.
- La comunicación entre el servidor y los clientes, así como con las cajas de alarmas instaladas en el interior de las casetas a lo largo de la traza, se realizará mediante conexiones Ethernet a la red IP implementada dentro del capítulo de comunicaciones fijas.
- Se integrará la gestión de las alarmas en el servidor concentrador de alarmas existente. Se instalarán un nuevo cliente conectado al servidor vía IP.
- La implementación del sistema GSM-R comprenderá la integración de todos los sistemas en el NSS:
 - Integración MSC - PABX.
 - Integración RBC - MSC.
 - Integración sistemas telecomunicaciones en IN.
 - Ampliación de conectividad y capacidad en MSC (Datos o fax, E1, SPOTS, llamadas de grupo, etc.).
 - Actualización de bases de datos en NSS.

4.1.8.1.1. Datos de partida

Para la redacción del Proyecto constructivo, se tomarán como base los siguientes datos y documentos:

- Datos de partida sobre las instalaciones a efectuar aportados por la Dirección de Telecomunicaciones de ADIF.
- Cartografía del Proyecto de trazado de Infraestructura y Vía de los tramos a construir
- Especificaciones Técnicas ADIF de elementos y equipos, que han de cumplir todos los equipos y elementos a instalar.
- Normas ADIF de suministro, montaje de elementos y equipos, que han de cumplimentarse en la ejecución de las Obras e instalaciones proyectadas
- Normas de Internacionales:

- Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT, anteriormente CCITT).
- Recomendaciones del Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR).
- Proyectos de normas emitidos por el Comité Europeo de Normalización Electrónica (CENELEC).
- Normas de EIRENE/MORANE.
- Con el fin de obtener los datos necesarios sobre las características de los trayectos, se llevará a cabo, sobre el terreno, las siguientes operaciones:
 - Visita de reconocimiento de la orografía del terreno para el estudio del plan de cobertura radioeléctrica.
 - Localización de las áreas, de preferencia que se expropien, y libres para la ubicación de las estaciones base y repetidores.
 - Recoger coordenadas, de las localizaciones de cada una de las BTS.
 - Realización de fotos que ayuden al trabajo de planeamiento radio posterior a la visita del terreno. La base de datos de fotos puede también ser utilizada por otros departamentos.
 - Estudio de las configuraciones radio más apropiadas en cada uno de los casos.

Una vez estudiadas las normas y datos recogidos se procederán a realizar las operaciones siguientes:

Comunicaciones Móviles. Red GSM - R

- Diseño del plan de cobertura radioeléctrica, mediante herramientas de simulación y replanteos de campo.
- Definición de los parámetros de red necesarios y servicios ofrecidos.
- Definición de la arquitectura de red del sistema.
- Integración NSS con las redes GSM - R existentes. Reutilización de sistemas de gestión existentes (Radio - Commander y Switch - Commander) y conmutación (MSC).

- Replanteo de ubicación de estaciones base y repetidores, en función del plan de cobertura diseñado. Optimización de ubicación de emplazamientos.
- Requerimientos del plan de frecuencias y plan de numeración.
- Dimensionamiento de la red y estudios de tráfico.
- Definición de las relaciones de vecindad más apropiadas para cada una de las celdas.

Comunicaciones Fijas. Red de acceso SDH

- Planificación de la red de acceso necesaria para el conexionado y transporte de datos, mediante enlaces E1, entre las estaciones base y la estación base controladora.
- Definición de la topología de Red. Requerimientos del sistema.

Energía

- Cálculo de consumos de potencia previstos.
- Identificación de los puntos de alimentación de las estaciones base a utilizar tanto en GSM-R.

Obra civil y equipamiento auxiliar

- Replanteo de instalaciones de estaciones base y repetidores.
- Definición e identificación de la obra civil necesaria en estaciones base (explanaciones, cimentaciones, zanjas, vallado...).
- Definición y requerimientos de las torres y mástiles de estaciones base y repetidores.
- Definición de las casetas de GSM - R y Operadores para la ubicación de las estaciones base.

4.1.8.1.2. Descripción de equipos de comunicaciones móviles

Sistema Radiante

Las antenas direccionales que se utilizarán en las estaciones base del presente Proyecto deberán trabajar en la banda de frecuencias comprendida entre los 870 y 960 MHz e incluirán diversidad de polarización, a +45° y a -45°, en una sola

estructura. Esto se traduce en una ganancia en recepción de 2 a 5 dB aproximadamente.

En los emplazamientos con sectores cubriendo el interior de túneles, con el objeto de favorecer la propagación radioeléctrica en el interior de los túneles se utilizarán antenas de polarización helicoidal. En el interior de estaciones soterradas se instalarán antenas tipo panel de polarización vertical o helicoidal.

Dependiendo de la altura a la que se sitúen las antenas, el cable coaxial a utilizar será de diferente tipo, no debiendo en ningún caso presentar la tirada del mismo unas pérdidas superiores a 3 dB, salvo casos debidamente justificados.

En las estaciones base de los tramos del proyecto se utilizará, de forma general, la celda compuesta. De esta forma, se colocarán las antenas direccionales necesarias para cada estación base, estando cada una de ellas orientada para cada dirección de la vía. Estas antenas se combinan en topología de celda compuesta por medio de un divisor de potencia, simétrico o asimétrico, y se conectan a los mismos transmisores-receptores dentro de la estación base. De esta forma se reduce el número de handovers a lo largo de la línea. Estos divisores de potencia serán los adecuados en cada caso, siendo el divisor de potencia de dos vías el que se utilice en la mayoría de las instalaciones.

La solución particular en túneles presenta diferentes configuraciones del sistema radiante en función de la longitud y curvatura de los mismos. Independientemente de la longitud de los túneles se utiliza siempre un sistema radiante compuesto de antenas de polarización helicoidal siempre y cuando el objetivo de cobertura está dentro de túnel. Con objeto de dar continuidad a la señal tanto en estaciones interiores como en el exterior de los túneles para facilitar el handover de las llamadas en curso con las celdas vecinas se utilizan mayoritariamente antenas panel de polarización vertical.

También se prevé la utilización de antenas Yagi con un haz de 60° y una ratio Front – Back mayor de 20 dB.

Estaciones Base y Repetidores

Para el despliegue de la red GSM - R se incluirá un tipo de estación base que pueda configurarse con un máximo de ocho portadoras. Éstas, por lo general, se

encontrarán configuradas por defecto con un transmisor activo y con otro de reserva, en 'stand - by', lo que supone una configuración 1+1, excepto en aquellas estaciones base en las que el estudio de tráfico determine la utilización de más transmisores, lo que supondrá una configuración n+1.

Para evitar posibles problemas debidos a dispersión temporal entre BTS y repetidores, serán definidas BTS con varias celdas, requiriendo en estos casos al menos tantos transmisores como celdas sean necesarias.

Los combinadores deberán tener un filtro dúplex que combine en un mismo camino las señales de transmisión y de recepción para alimentar una única antena y capacidad para un máximo de cuatro portadoras.

Las estaciones repetidoras serán equipos de fibra e indistintamente podrán ir instaladas tanto en exterior como en interior de túneles para asegurar la cobertura tanto en el interior como en espacio abierto. Serán de canal selectivo y soportarán toda la banda GSM - R. Cada repetidor tendrá asociado su unidad maestra repetidora y su estación base, y se configurará una conexión tipo bus (repetidores intermedios y repetidores terminales) o estrella (repetidores finales) en función de las fibras disponibles.

Tras la realización del replanteo radioeléctrico final y en función de las características de los equipos finalmente instalados, se realizarán las actuaciones necesarias para reforzar dicha cobertura en caso de ser necesario. En tal caso, se deberá aportar, por parte del adjudicatario de la instalación, la justificación correspondiente.

Tanto las estaciones base como los repetidores incorporarán algoritmos especiales de ecualización que permitirán mantener la comunicación a buenos niveles de calidad cuando los terminales se desplacen a alta velocidad.

Tanto las estaciones base como los repetidores serán modulares dando facilidad de implantación y expansión en la red. Esta capacidad de expansión se podrá realizar a nivel de hardware como de software sin necesidad de interrumpir el funcionamiento de la estación base y sus repetidores.

Controlador de Estaciones Base

Se utilizará un controlador de estaciones base (BSC) por capa, las cuales darán servicio a todas las estaciones base de la Red de ADIF en la respectiva capa en el ámbito de Bilbao-Abando, y en un futuro a las estaciones base a incluir de nuevos ramales, líneas o redes.

En caso de que sea posible la ampliación del equipamiento existente, y que así lo determine la Dirección del Proyecto, se procederá a la ampliación de BSC existentes en lugar de instalar unas nuevas.

La conexión entre la BSC y las BTS que controla, se realizará mediante la red de acceso y transporte realizando las configuraciones en anillo correspondientes.

Unidad Transcodificadora

En caso de que sea posible la ampliación del equipamiento existente, y que así lo determine la Dirección de Obra, se procederá a la ampliación de TCU/TRAU existentes en lugar de instalar unas nuevas.

MSC

Se realizarán las actuaciones necesarias en las MSC, tanto a nivel software como hardware, para integrar el sistema GSM - R de la Línea en estudio, en la red global de ADIF.

OMC – R

Se realizarán las configuraciones necesarias en los servidores OMC - R del centro de operación y mantenimiento de ADIF, que monitorizarán el funcionamiento del sistema GSM - R de toda la Red GSM - R, el cual integrará el nuevo tramo con sus respectivas estaciones bases. Opcionalmente, y a petición de la Dirección de Obra, se instalará un nuevo subsistema de gestión radio (OMC R) basado en un servidor además de la instalación de dos clientes sea cual fuere la topología final del subsistema de gestión radio global.

Por otra parte, además se deberá actualizar, configurar y/o dar de alta en el subsistema de gestión de repetidores los nuevos equipos repetidores radio que se instalen. Si dicho sistema no existiese para la tecnología seleccionada, o no se encontrase redundado, a petición de la Dirección de Proyecto se instalará un nuevo subsistema de gestión de radio completo para repetidores consistente en un servidor y puesto de mantenimiento en.

Dispatchers

Se instalarán dos dispatchers, en la estación de Bilbao-Abando.

Todos estos puestos estarán conectados a la centralita digital, con funcionalidad GSM - R

4.1.8.1.3. Sistema de Energía

Acometida eléctrica:

Se realizará el suministro de energía desde la línea de 2.200 V o 3.000 V trifásica ininterrumpida, a través de un transformador instalado a pie de vía y que suministra una tensión monofásica de 230 V +/- 10%.

En los emplazamientos tipo, se instalará una caseta GSM – R, cuando no coincida con una sala técnica, que será alimentadas desde la línea monofásica de 2.200 V o trifásica de 3.000 V, y el sistema estará dotado de los elementos de protección necesarios.

La previsión de potencia consumida máxima por cada emplazamiento se ha realizado basándose en las cargas y al tipo de alimentación (AC o DC) de las estaciones base y/o repetidores considerando la configuración más crítica en cuanto a consumo se refiere. De esta manera, se calcula que, para el caso peor, el consumo máximo para una estación base GSM - R no será superior a 7,5 kW.

Los repetidores que aseguran la cobertura GSM - R en el interior de túneles y estaciones requieren de un suministro eléctrico a 230 V en corriente alterna protegida, es decir, libre de interrupciones. Por ello son alimentados desde las posiciones del cuadro eléctrico de salida del inversor, posterior a las baterías que garantizan el suministro continuo.

El consumo de cada repetidor es de 160 W correspondiente a su potencia nominal. El cable utilizado para su alimentación será de aluminio de tipo RZ1F3Z1-K (AS) 0,6 / 1 kV, de sección adecuada para la longitud del tramo en cada caso, y para el número de repetidores colgados en cada rama. En cualquier caso, desde una misma caseta GSM - R, se alimentarán, como máximo, 4 repetidores en cada sentido, es decir, como máximo 4 repetidores colgados de la línea Repetidores 1, en un sentido, y 4 repetidores colgados de la línea Repetidores 2, en el sentido contrario, del cuadro eléctrico GSM - R.

Los empalmes de cable de alimentación se realizarán con kits de empalmes específicos de caja premoldeada y reconstrucción de aislamiento con cinta y resinas. Asimismo, se dará continuidad eléctrica a la armadura del cable.

En el interior de la caseta de cada emplazamiento de estación base, se instalará un bastidor general de alimentación, que incluirá los siguientes módulos:

- Módulo de protección de sobretensiones.
- Módulo de distribución de 230 Vac.
- Módulo de distribución –48 Vdc.
- Módulo de control del sistema de –48 Vdc y sistema de rectificadores - cargadores. Se utilizarán 2 string de baterías tipo AGM de 175 Ah cada uno.
- Módulo de protección de baterías.
- Baterías tipo AGM de 350 Ah para GSM - R y Operadores.

Además, para proporcionar alimentación a cada uno de los repetidores GSM - R, se preverá un ondulator con sus correspondientes magnetotérmicos de salida que proporcionen la energía requerida debidamente protegida.

Puesta a tierra de emplazamientos:

Todos los emplazamientos en casetas dispondrán de un sistema de tierras compuesto, en el caso general, por un anillo de tierras de la torre y un anillo de tierras para la caseta GSM - R

Para el caso de los repetidores, todos sus elementos metálicos se conectarán a una pletina, y de ahí, mediante una abrazadera, al cable común de tierra del túnel.

En función de la ubicación del emplazamiento se distinguen los siguientes tipos de instalaciones de tierra:

- Emplazamientos con caseta GSM - R y Operadores, torre o mástil;
- Emplazamiento con caseta exclusivamente de GSM - R;
- Emplazamientos repetidores en hastial de túnel

Los sistemas de tierra de los emplazamientos cumplirán la especificación de Adif NAT 102. En todos los casos el valor máximo exigible de tierra será de 10 Ω .

Los emplazamientos que coincidan con salas técnicas, las puestas a tierra estarán coordinadas con la puesta a tierra de comunicaciones

4.1.8.1.4. Infraestructuras de Obra Civil

Para la preparación de los emplazamientos en caseta se realizará, de forma general, los siguientes trabajos:

- Estudio geotécnico;
- Desbroce y limpieza del terreno;
- Explanación de la superficie donde se ubicará el emplazamiento (casetas, torre o mástil y vallado);
- Cimentación de torre o mástil;
- Cimentación del lugar de ubicación de la caseta de la estación base o repetidor
- Realización de las canalizaciones, zanjas y arquetas necesarias

Estación base interior en caseta prefabricada

Este tipo de emplazamiento requiere la instalación de una caseta prefabricada de hormigón con aire acondicionado y demás elementos auxiliares en la que se integrará todo el equipamiento necesario (BTS, SDH, bastidor AC/DC, etc.) y una torre de celosía autosoportada para alturas no inferiores a 20 metros, o mástiles tubulares para alturas inferiores a 20 metros. Los emplazamientos de este tipo contarán con vallado perimetral, zócalo cuando proceda, puerta de acceso de malla galvanizada y extendido de grava en la superficie ocupada, formándose así un emplazamiento tipo de estación base, que se ejecutará en cada uno de los puntos indicados en el apartado de cobertura radioeléctrica.

Estación base en armario de intemperie

Este tipo de emplazamiento requiere la instalación de un armario intemperie con aire acondicionado que integre la BTS y todo el equipamiento auxiliar (equipo de transmisión, bastidor AC/DC) y torre o mástil según se especifique en el apéndice de Descripción de Emplazamientos. En cualquier caso, estos emplazamientos contarán, cuando sea preciso, con vallado perimetral, puerta de acceso de malla galvanizada, lámina geotextil y extendido de grava en la superficie ocupada.

Repetidor adosado a hastial de túnel

Para la cobertura radio de los túneles existentes, será necesario la instalación de repetidores en el interior de los mismos. Estos repetidores se instalarán en soporte mural adosados al hastial del túnel. Los sistemas radiantes, antenas helicoidales y/o cables radiantes, se instalarán en el hastial o por encima de la boca del túnel.

En cualquier caso, todas estas instalaciones se ubicarán dentro de los terrenos de ADIF, guardando los márgenes de seguridad exigibles a la línea ferroviaria.

4.1.8.1.5. Torres de telecomunicaciones

En los emplazamientos que así lo requieran, se instalarán torres de comunicaciones de celosía de 20, 25, 30, 35 ó 40 m. Las torres incluirán, de forma general, los siguientes elementos:

- Balizamiento nocturno únicamente cuando sea requerido.
- Pararrayos con punto del tipo Franklin.
- Plataformas de descanso y de trabajo.
- Sistema de seguridad.
- Líneas principales de tierra (con los descargadores correspondientes).

Todas las torres, así como sus respectivas cimentaciones, deberán estar calculadas para soportar los esfuerzos requeridos siguiendo el proceso de calidad para el control de cimentaciones especificado en el apéndice de Estructuras.

Toda construcción a realizar, cumplirá el Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02). Con el dato de partida de la aceleración básica en el trayecto de ubicación de las obras, ésta puede llegar a alcanzar 0,16 g o más.

4.1.8.1.6. Mástiles

Los mástiles serán de acero galvanizado de una altura entre 2 y 15 m calculados para las cargas a instalar definidas en el apéndice de Estructuras.

Incluirán los siguientes elementos:

- Patés de acero.

- Sistema de seguridad.
- Soportes para bajada de cables coaxiales.
- Puntos y cables de puesta a tierra de sistemas radiantes.

Todos los mástiles, así como sus respectivas cimentaciones, deberán estar calculados para soportar los esfuerzos

Toda construcción a realizar, cumplirá el Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).

4.1.9. Red de cables

Se proyectará la red de cableado para las instalaciones de energía, señalización y comunicaciones que acometerán sala técnica de las instalaciones de seguridad y comunicaciones, incluido el CTC.

Se proyectará la reposición de cables existentes que se vean afectados por las obras en la estación de Bilbao-Abando.

4.1.10. Elementos de campo

4.1.10.1. Circuitos de vía

Como sistema de detección de presencia de tren y liberación de vía en estaciones y trayectos, se proyectará la instalación de circuitos de vía de audiofrecuencia para las estaciones y trayectos.

La centralización de los circuitos de vía de audiofrecuencia se realizará en las salas de los enclavamientos y controladores de objetos de la forma más compensada posible, para la disminuir el número de conductores de la red de cables generales.

En Bilbao-Abando sustituirán y centralizarán los circuitos de vía entre la estación de Bilbao-Abando y:

- El tramo de ancho métrico proveniente de Balmaseda/Santander/León.
- El tramo de ancho ibérico con líneas provenientes de:
- Miribilla
- Orduña/Miranda de Ebro

- Santurtzi/S.J.Muskiz

Los circuitos de vía a instalar serán de audiofrecuencia, codificados, sin juntas mecánicas de separación y alimentados a distancia.

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. 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 utilizan terminales de pala, de aluminio, para la unión del cable con la conexión de vía.

La distribución y asignación de los circuitos de vía a cada dependencia se efectúa teniendo en cuenta las distancias máximas admisibles entre los equipos de cabina y los equipos exteriores de los circuitos de vía. Para el diseño realizado en el presente proyecto se ha considerado una distancia máxima de 6.500 metros desde la dependencia que albergue el concentrador de equipos y la unidad de conexión de vía extrema (normalmente receptores).

Los circuitos de vía se supervisarán por uno o varios equipos electrónicos, dependiendo de la longitud de dichos circuitos de vía, de la tipología de la estación y de la configuración de los circuitos de vía en agujas.

El alcance de los circuitos de vía audiofrecuencia depende a su vez de la resistencia de balasto que se tome como nominal, es decir el 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.

La resistencia nominal de balasto a considerar para Proyecto será de 2 Ω xkm, pero se podrá elevar a 3 Ω xkm, si esto se asegura por infraestructura y dichas características se mantienen con el tiempo. Por otra parte, el parámetro de resistencia indicado, y con las características del mantenimiento de la vía se puede considerar que la resistencia real será siempre superior para 2 Ω xkm

Las ventajas que suponen los circuitos de vía de audiofrecuencia codificados son, entre otras, las que se enumeran a continuación:

- Concentración de equipos interiores en cabina y ubicación a pie de vía de las cajas de sintonía de emisión/recepción, lo cual supone estar protegido de inclemencias atmosféricas, dando lugar a una disminución de averías, elevación de la fiabilidad de la explotación ferroviaria y facilidad de mantenimiento.
- Disminución de averías y costes de mantenimiento, al no poseer juntas mecánicas de separación (excepto en agujas), que es un punto débil que provoca un alto índice de incidencias, así como el aumento de la solidez de los carriles al no tener que realizar cortes en ellos.
- Alta sensibilidad en la detección de las circulaciones (shunt límite de 0,5 ohmios).
- Detección de rotura de carril en ambos carriles de vía, incluso en zona de agujas.
- Sin limitación de la corriente de retorno de tracción, ya que los lazos de sintonía, instalados en vía, se comportan como cortocircuitos para la corriente de tracción y para otras frecuencias a las cuales el lazo no está sintonizado.
- Distribución uniforme de la corriente de retorno de tracción por los dos carriles.
- Evaluación segura de vía libre u ocupada por asignación de una muestra de bits a cada circuito de vía y su emisión por los carriles mediante frecuencia modulada, distinta para cada circuito de vía adyacente.
- Debido a la codificación y modulación, inmunidad frente a las tensiones inducidas, producidas por inducción electromagnética de los complejos sistemas de tracción que emplean las locomotoras de gran potencia o por las líneas de alta tensión que cruzan o transcurren paralelas a la vía.
- El circuito de vía cumplirá la EN 50129. Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.

Los diversos tipos de circuitos aplicados pueden ser de dos tipologías diferentes atendiendo a si son circuitos de vía de trayecto o de estación. Además de esta

clasificación primaria, los circuitos de vía proyectados permiten la disposición de alimentación central a fin de aumentar la longitud efectiva del circuito de vía sobre el que se aplican.

Dentro de tipo trayecto los equipos que se utilizan son:

- Circuito estándar, una alimentación y una recepción en campo.
- Circuito con alimentación central: una alimentación, dos receptores.

En el tipo estación los equipos que se utilizan son:

- Circuito de vía estándar, un emisor, un receptor.
- Circuito de vía de alimentación central o agujas, un emisor, dos receptores.
- Circuito de vía en agujas o cruzamiento, un emisor con tres receptores.

Los lazos de sintonía equilibran y distribuyen las corrientes de retorno de tracción por los dos carriles, para evitar diferencias de tensión apreciable entre los carriles peligrosas para las personas.

4.1.10.2. Señales

Los tipos de señales a instalar serán luminosas focos o módulos LED de acuerdo con Orden FOM/2015/2016, de 30 de diciembre, por la que se aprueba el Catálogo Oficial de Señales de Circulación Ferroviaria en la Red Ferroviaria de Interés General.

Las señales responderán a la Especificación Técnica de Adif 03.365.011.0, de junio de 2017, de Señales Luminosas Modulares para Focos LED

Los aspectos serán los siguientes:

- Señales altas de cuatro aspectos (verde, rojo, blanco y amarillo).
- Señales de altas de tres focos, focos (verde, rojo, y amarillo).
- Las pantallas alfanuméricas indicadoras de velocidad por agujas y velocidad de preanuncio de parada se instalarán en mástil individual
- Señales de retroceso: bajas de cuatro aspectos (rojo y tres blancos).
- Señales bajas de dos aspectos (rojo y blanco)
- Pantallas alfanuméricas: indicadores de velocidad o desvío montados.

- Pantallas de proximidad estáticas de señales avanzadas, montadas sobre postes independientes.

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.

Para ubicación de las señales de trayecto se ha tenido en cuenta como velocidad la de 160 km/h para todos los trayectos incluidos en el ámbito del presente Proyecto. Sin embargo, al agrupar grupos de señales de trayecto por elevadas rampas o pendientes que se desprenden del trazado, la longitud de los circuitos de vía de explotación es la que se corresponde con las pendientes.

Las señales suspendidas para el diseño y fabricación de la señal, se deberá efectuar un estudio particularizado para cada caso, incluyendo cables y mangueras de conexión.

La conmutación de la luminosidad día/noche será disponible en la señal. Su implementación estará de acuerdo al ET 03.365.501.0 Focos led para señales luminosas modulares. La alternativa sensores noche/día, situados en los focos de las señales deberá estar normalizada por Adif.

4.1.10.3. Accionamientos eléctricos y calefactores de agujas

Los accionamientos eléctricos serán normalizados ADIF y responderán a la norma 03.365.401.3 para el suministro y homologación de accionamientos eléctricos de agujas.

Los accionamientos suministrarán tarados con una fuerza de 3.924 N. En cualquier caso, el ajuste de la fuerza estará comprendido en el montaje e instalación del accionamiento.

Para limitar la potencia simultánea, el movimiento de las agujas será secuenciado. Solamente podrán existir en movimiento una aguja en todas las estaciones.

Para sincronizar el arranque y movimiento de los desvíos con accionamientos múltiples se dispondrá un grupo de sincronismo.

4.2. Corredor de acceso y Nivel -2. Ancho estándar

El futuro corredor de acceso a Bilbao se compone de dos alternativas:

- Alternativa 1

El trazado ferroviario da comienzo en la conexión con el tramo precedente “Galdakao-Basauri”.

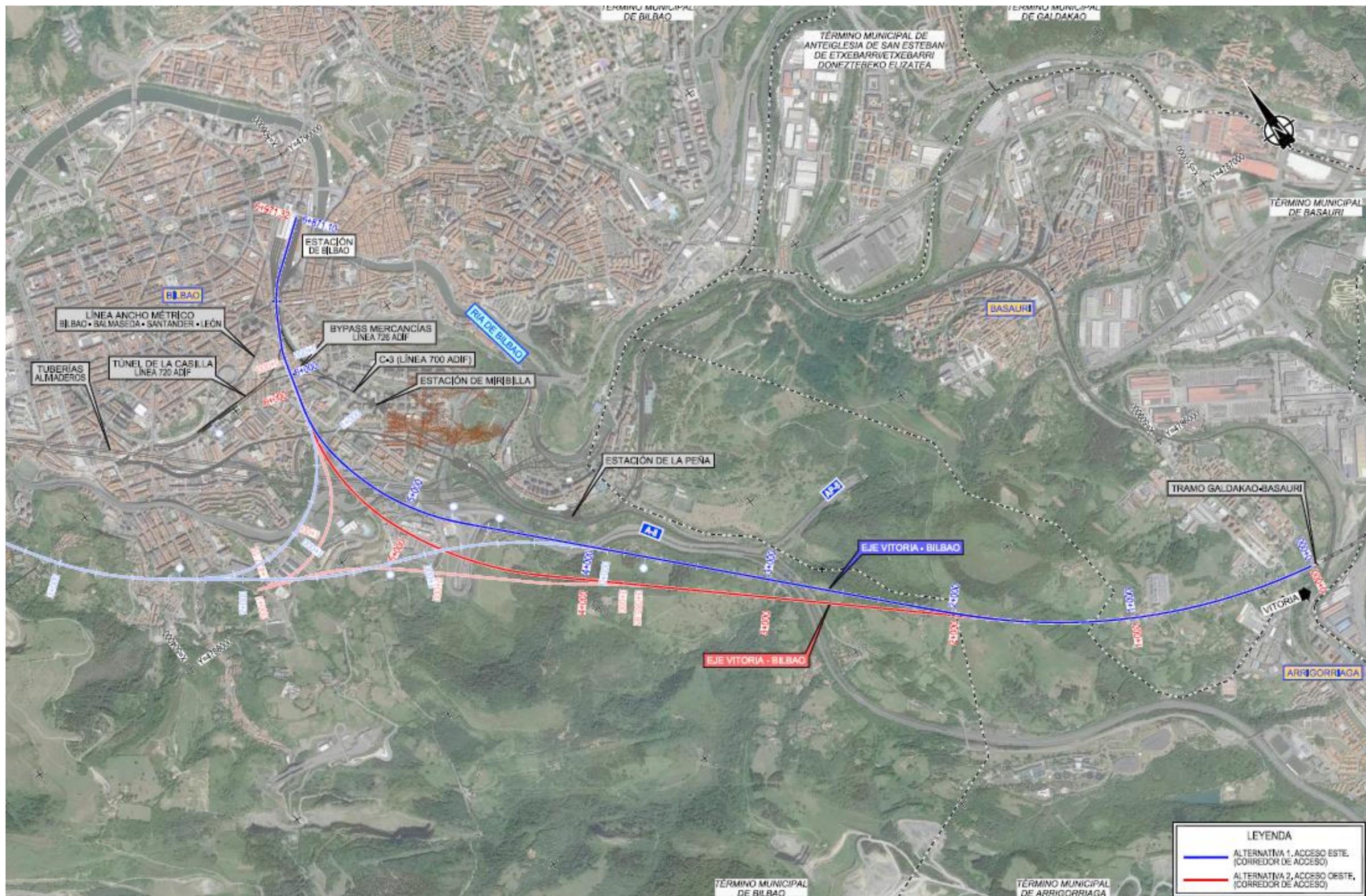
El kilometraje de esta alternativa tiene su inicio en el emboquille sur del túnel. La propuesta constructiva se compondrá de un túnel que llegará hasta la estación de Bilbao-Abando y cuenta con la siguiente tramificación:

PK ini	PK fin	Longitud [m]	Tipología estructural	Nº de vías
0+000	0+135	135	Falso túnel	2 Vías
0+135	5+727	5.592	Túnel	2 Vías
5+727	6+244	517	Túnel	3 Vías
6+244	6+284	40	Caverna	3-4 vías
6+284	-	-	Estructura entre pantallas	---

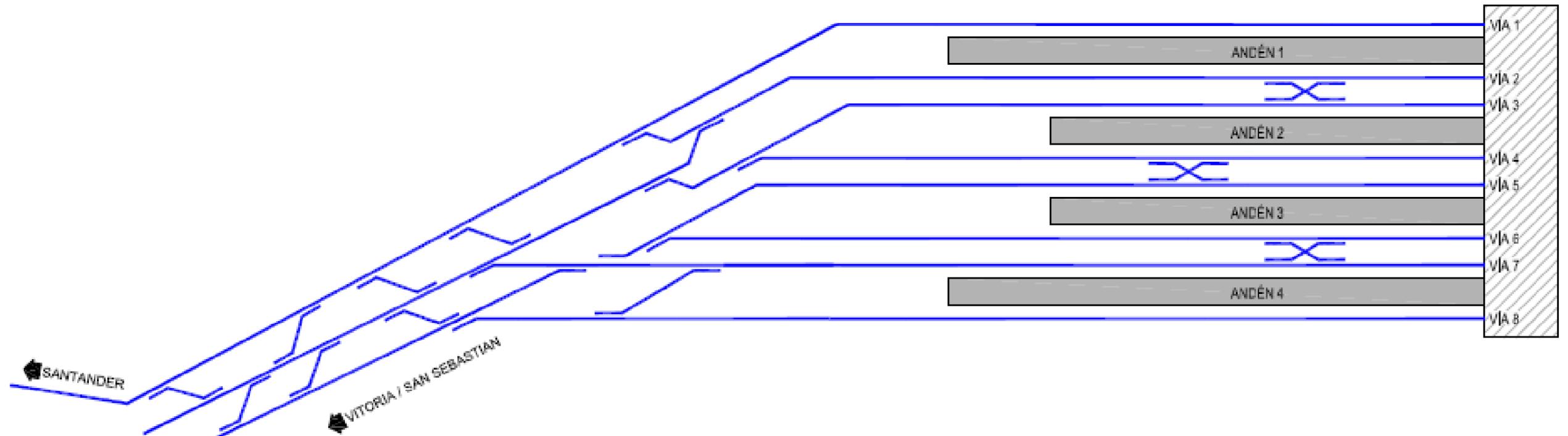
- Alternativa 2

Al igual que en la alternativa anterior, el kilometraje de esta alternativa tiene su inicio en el emboquille sur del túnel. La propuesta constructiva se compondrá de un túnel que llegará hasta la estación de Bilbao-Abando y cuenta con la siguiente tramificación:

PK ini	PK fin	Longitud [m]	Tipología estructural	Nº de vías
0+000	0+135	135	Falso túnel	2 Vías
0+135	5+728	5.593	Túnel	2 Vías
5+728	6+345	617	Túnel	3 Vías
6+345	6+385	40	Caverna	3-4 vías
6+385	--	---	Estructura entre pantallas	-



Por lo que al diseño ferroviario en ancho estándar se refiere, éste se ha proyectado en **el Nivel -2**, compuesto por 8 vías y 4 andenes (2 andenes de 400 m y otros 2 de 317 m)



A continuación, se describen las características, arquitectura e interfaces empleados para la instalación de los sistemas de señalización, de la nueva línea de alta velocidad objeto del presente estudio informativo, y los subsistemas y aplicaciones que forman parte de él.

4.2.1. Enclavamientos electrónicos

4.2.1.1. Descripción general

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

De acuerdo a la configuración de la línea se instalarán, enclavamientos electrónicos cuyas unidades centrales y PLO estarán situados en los edificios técnicos o casetas de señalización.

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, apartaderos (PAET) y puestos de banalización (PBA), 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”, revisión Nº 01.
- 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”.

- Además, se deberá contemplar la repercusión de los detectores de caída de objetos en la señalización de acuerdo a lo indicado en el documento SI-I-F-ENC-09 “Procedimiento funcional de los enclavamientos. Repercusión de los detectores de caída de objetos en la señalización”.

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.

En caso de desconexión del sistema de CTC, será el operador del PLO del enclavamiento el encargado del establecimiento de las rutas. De acuerdo a la configuración de la línea habrá dependencias dotadas de enclavamientos electrónicos y puestos locales de operación (PLO). En estas circunstancias, Adif definirá un protocolo de gestión de mando.

Asimismo, en el sistema videográfico, aparecerán representados 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.

Igualmente, se ha previsto la instalación de controladores de objetos en los tramos de red convencional incluidos en el proyecto y estarán representados en los respectivos Puestos de Mando Local.

El tipo de bloqueo proyectado para el control de trenes entre los enclavamientos del tramo, es el denominado Bloqueo Automático Banalizado (BAB).

La comunicación será serie, entre enclavamientos y enclavamiento - RBC, o IP con equipos de detección en vía, etc. La comunicación de los enclavamientos con otros sistemas (RBC, CTC, 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 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 CEI, CCITT, IEEE siempre que no exista una aplicación de uso europeo estandarizada.

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.

4.2.1.2. 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.

4.2.1.3. Configuración y arquitectura

4.2.1.3.1. 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 que son objeto tanto de la Fase I como de la Fase II.
- Controladores de Objetos Vitales, ubicados en la proximidad de los elementos de campo a controlar (señales, circuitos de vía, contadores de ejes, accionamientos, sensores de rueda) 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 (RJU).

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 control y recepción de las informaciones de los elementos 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 Edificio Técnico principal, 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, apartaderos, bifurcaciones o puestos de banalización. La zona de control de cada enclavamiento electrónico dependerá de la capacidad de control del mismo y determinará, a su vez, el número de enclavamientos a equipar.

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

El dimensionamiento de cada 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).

En el Apéndice I "Cálculos Justificativos" de este Anejo, se incluye la configuración y dimensionamiento de los ENCE y COBJ que se han proyectado en las nuevas dependencias que son objeto del presente Proyecto.

4.2.1.3.2. 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 representará 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.

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 racks 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 ha 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 17", 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.

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.

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

4.2.1.4.1. Modo telemando centralizado

El control y la supervisión de los enclavamientos situados en la plataforma nueva y en modo telemando centralizado, podrá ser realizado desde el Puesto Central del sistema de Control de Tráfico Centralizado (CTC) a instalar, integrado tanto

en el Centro de Regulación y Control (CRC) de línea cuya ubicación está por determinar, como en el CRC de respaldo.

Se instalará un PLO remoto tanto en Vitoria para controlar el tramo Vitoria-Bilbao como en San Sebastián para controlar el tramo Bergara-San Sebastián. Para el funcionamiento de estos PLO, Adif deberá definir de la funcionalidad adecuada para indicar cómo se establece el control de la línea desde cada CTC o PLO que pueda controlar los enclavamientos afectados.

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.

4.2.1.4.2. Modo local

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

4.2.1.5. 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 ADIF.

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 del ADIF, que incluye la normativa y reglas de señalización propias.
- Software de aplicación a cada instalación específica (datos de aplicación).

4.2.1.6. Especificaciones de requisitos del sistema

Los enclavamientos deberán cumplir las funciones requeridas para la Explotación de la línea, de acuerdo con la normativa CENELEC. 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.

4.2.1.6.1. 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 en vías mixtas de tres carriles (dos anchos), según el ancho del tren al que se le quiere realizar una ruta.
- Mando y supervisión de los elementos de campo y aparatos de vía: señales, accionamientos de desvíos, sensores de rueda, 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).

4.2.1.6.2. Lógica de seguridad

A este nivel corresponden las funciones de seguridad relacionadas con los movimientos de los trenes en las estaciones, PAET, PBA y Bifurcaciones, y en los bloqueos en los trayectos entre los enclavamientos.

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.

4.2.1.6.3. 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 dos (2) segundos, incluyendo en este intervalo la comunicación del cambio de estado al sistema de protección del tren (ERTMS). La orden de cierre de una señal, real o virtual, se efectuará en un tiempo no superior a un (1) segundo, incluyendo, igualmente, la información al sistema de protección del tren.

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:

4.2.1.6.4. 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 cuatro (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.

4.2.1.6.5. 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.
- Los sensores de rueda y elementos adicionales necesarios.

- 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 suministro de los desvíos, sus accionamientos y comprobadores, así como los cables de conexión propios de salida del motor, para la nueva plataforma no son objeto del presente Proyecto, a excepción del suministro y montaje de los accionamientos de aguja para los nuevos desvíos de Bif Cerio que sí se han contemplado en el presente Proyecto. Sí son objeto del Proyecto los suministros de accionamientos en las estaciones actuales de convencional.

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, entendiéndose 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 diagnosis (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, PAET, apartadero o PBA, 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 del 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.

4.2.1.6.6. Control y supervisión de los sensores de rueda

El enclavamiento supervisará mediante entradas de seguridad el estado ON/OFF de los sensores de rueda de todos los desvíos equipados.

Los desvíos de corazón de punta móvil deberán equiparse con sensores de rueda en ambas ramas del desvío. El sensor a utilizar será preferiblemente un sensor electrónico de carril y deberá contener únicamente componentes pasivos. La información de estos dispositivos se enviará al enclavamiento que la tratará como entrada de seguridad y la utilizará para la detección de talonamientos. Los sensores serán lo suficientemente inmunes a las perturbaciones electromagnéticas como para evitar que se generen falsos talonamientos. El ENCE comprobará y supervisará ambos sensores independientemente de la posición del desvío.

4.2.1.6.7. 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, PBA, PCA, 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 pantallas 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 6,5 km.

4.2.1.6.8. 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).
- Detectores de viento lateral (DVL).

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/ETCS, 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 de la Dirección competente de ADIF.

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”.

4.2.1.7. 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.

4.2.1.8. 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 Edificios Técnicos, casetas y locales 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 herramienta que facilita la información entre el ENCE y el CRC.

En la siguiente figura, se muestra la arquitectura global de las comunicaciones a establecer entre los diferentes sistemas de señalización.

La configuración elegida para el tramo objeto del presente Proyecto es similar a la existente en el resto de líneas de Alta Velocidad, 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, 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) utilizarán el mismo protocolo de comunicaciones.

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

4.2.1.9. 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.

4.2.1.10. 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.

4.2.1.11. 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.

4.2.1.12. 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.

4.2.1.13. 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).

4.2.1.14. 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.

4.2.1.14.1. Comunicación entre el ENCE y IEU controller o sistema centralizado

El 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. De esta manera se persigue una mejor integración entre el ENCE y el sistema ERTMS. La conexión física se realiza mediante la red privada de señalización.

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

4.2.1.14.2. 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.

4.2.1.15. **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).

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 serán de acuerdo a la mencionada instrucción.

4.2.1.16. **Comunicaciones con el Puesto de Comunicaciones Intermedio**

El Puesto de Comunicaciones Intermedio (PCI) es el dispositivo que conecta el ENCE con la red de servicios de alta disponibilidad en tiempo real, 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.

4.2.1.17. **Comunicaciones con el Centro de Regulación y Control**

Los ENCE del tramo se deben comunicar con el CRC de Línea y de respaldo. Cada enclavamiento y el sistema de CTC (integrado en el CRC de línea y de respaldo) 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 (Common Object Request Broker Architecture). Ambos equipos estarán duplicados por motivos de disponibilidad y la conexión se realizará a través de los servicios de alta disponibilidad.

4.2.1.18. **Comunicación SAM Local y SAM Central**

El Sistema de Ayuda al Mantenimiento Central (SAM Central) estará instalado en el CRC de línea y de respaldo así como en Bases de Mantenimiento y CTC de convencional. Los equipos SAM Centrales se conectan con los SAM Locales ubicados en los enclavamientos a través de la red de servicios de alta disponibilidad, en tiempo real.

4.2.1.19. **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, cuya infraestructura no forma parte del alcance del presente Proyecto.

4.2.2. Bloqueos

El tipo de bloqueo proyectado para el control de trenes entre los enclavamientos del tramo Vitoria-Bilbao-San Sebastián de la Línea de Alta Velocidad del País Vasco, será el denominado Bloqueo Automático Banalizado (BAB).

Tipología del Bloqueo Automático

El objeto del sistema de 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 sistema de 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.

4.2.2.1. 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 Proyecto, se realizará mediante el protocolo de comunicaciones específico del fabricante que resulte adjudicatario del contrato.

Dado que hay enclavamientos existentes en red convencional que se mantendrán en servicio, en caso general, podrán ser de distinta tecnología al adjudicatario del contrato, se incluirán los interfaces homologados necesarios para su interconexión.

4.2.3. Puesto de mando local

Se ha proyectado la instalación en cada uno de los gabinetes de circulación de los nuevos ENCE de un sistema de mando local de tipo videográfico, dotado de pantalla gráfica activa basado en un ordenador de sobremesa. En la estación de Bilbao-Abando también se incluirá un PLO en el gabinete de circulación.

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 bloqueos 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.

4.2.3.1. Hardware

Los puestos de mando local estarán constituidos por los siguientes elementos:

- Un PC tipo industrial con microprocesador doble, fuente de alimentación redundante, disco duro, tarjeta gráfica y tarjeta de red Ethernet redundante.
- Tres (3) monitores LCD TFT color de alta resolución de 21", y un monitor adicional de repuesto, con representación esquemática de vías y elementos.
- Teclado alfanumérico para acceso al sistema de forma opcional.
- Ratón electrónico de 3 botones, para la introducción de mandos mediante los elementos activos del monitor.
- Pulsador precintado para toma de mando por emergencia.
- Impresora láser a color para registro de operaciones y eventos.
- Llave de inhibición de mandos.
- Conexión al enclavamiento a través de una red Ethernet.

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.

4.2.3.2. 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 los siguientes módulos de aplicación:

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

El Sistema Operativo empleado será Windows NT o superior.

4.2.3.3. 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 el SAM.

4.2.4. Sistema de Protección del Tren

- Implementación de un Sistema de Protección de Tren según el estándar europeo ERTMS/ETCS, con la siguiente arquitectura:
- Sistema ERTMS/ETCS Nivel 2 como sistema de operación principal.
- Sistema ASFA Digital como sistema de respaldo.
- El sistema de protección del tren ERTMS/ETCS proyectado está constituido por los siguientes subsistemas esenciales:

- Equipamiento de campo de Nivel 2 incluyendo funcionalidad "stop if in SR".
- Equipamiento interior de cabina: RBC, LEU controller.
- PCI-ERTMS: uno por cada RBC.
- PCE (Puesto Central de ERTMS/ETCS) con PCE de respaldo.
- Registrador jurídico en PCE y PCE de respaldo.
- Interfaces y componentes para conectar con el sistema de señalización (enclavamientos electrónicos, CTC, CRC, etc.).
- Registrador jurídico en cada RBC.
- Sistema de ayuda al mantenimiento local (SAM-ERTMS local) en cada enclavamiento.
- Sistema de ayuda al mantenimiento central CM (SAM-ERTMS central)
- Red GSM-R (comunicaciones móviles) para soporte de ERTMS/ETCS nivel 2 (la infraestructura para esta red no pertenece al ámbito del presente proyecto).
- No se contempla la instalación de equipos embarcados para pruebas. Estos equipos están incluidos en la maquinaria para la realización de pruebas dinámicas en vía, pruebas internas del adjudicatario, del sistema ERTMS, y su coste, así como el del propio vehículo, maquinistas, revisiones, homologaciones, gasoil y otros conceptos necesarios va repercutido en las partidas previstas de pruebas y puesta en servicio del sistema de protección de tren.
- Las partidas incluidas en el presente proyecto para las pruebas de aceptación del sistema ERTMS por el ADIF contemplan el coste del alquiler de la máquina y maquinistas, así como el coste del combustible para las pruebas de aceptación. Estas partidas contemplan también en el alcance de actividades a ejecutar por el contratista para los sistemas de protección automática de tren ERTMS N2 el suministro de un RBC durante el período de pruebas y realización de los trabajos de integración del mismo en el entorno de pruebas de un laboratorio independiente y acreditado para la realización de pruebas de puesta en servicio y aceptación cruzada del sistema ERTMS, así como el resto de datos de proyecto necesarios. Dichos

datos se suministrarán en el formato en que sea requerido por parte del laboratorio independiente y acreditado que será propuesto por el adjudicatario y aceptado por ADIF. Además estas partidas incluyen en el alcance los trabajos a realizar por parte del adjudicatario, los trabajos a realizar por el laboratorio independiente y acreditado por correspondientes a la carga de datos de la línea en ejecución por dicho adjudicatario, generación de escenarios y paso de los escenarios en laboratorio hasta tres equipos EVC (European Vital Computer) de diferente tecnología, análisis de incidencias y cuantas aquellas se consideren adecuadas con el objetivo de minimizar las verificaciones en vía de los sistemas.

- Los costes de obtención de la Certificación de Interoperabilidad a través del Organismo Acreditado para el tramo objeto del proyecto serán a cargo del adjudicatario.

4.2.5. Centros de Regulación y Control de alta velocidad (CRC)

El Proyecto deberá tener en cuenta todos los elementos constituyentes del modelo actual de control de las Líneas de Alta Velocidad construidas por ADIF.

Este modelo está basado en dos CRC de tiempo real de la línea: uno de Línea y otro de respaldo. Ambos CRC de Tiempo Real tienen capacidad para controlar toda la línea, asimismo, están permanentemente activos, ofreciendo el mismo nivel de operatividad y control sobre la línea, de forma que un CRC de Tiempo Real no sea respaldo del otro. Son, posteriormente, las necesidades operativas las que aconsejan que las operaciones se realicen desde un CRC, desde el otro o desde ambos de forma coordinada; para ello la plataforma DaVinci y los diferentes telemandos de los CRC deben contemplar en su funcionalidad y equipamiento este modo de funcionamiento.

La integración de las instalaciones de todo el tramo que forma la "Y Vasca" entre Vitoria-Bilbao-San Sebastián/Irún en la plataforma Da Vinci del CRC estará contemplada y valorada.

En el CRC se implementa una arquitectura (tanto software como hardware) basada en diferentes redes, con aislamiento entre ellas, pero que permite el trasvase de información entre las diferentes redes en tiempo real (con una pequeña latencia inferior al orden de magnitud del segundo).

Adicionalmente, se cuenta con otros entornos de apoyo a la explotación no ligados directamente a las operaciones de control sobre la línea, sin afección sobre el CRC de tiempo real, y comunes a los CRC de todas las líneas en explotación:

- Entorno de Reconstrucción Integrada: Permite analizar de forma integrada lo acaecido en la explotación de una línea a partir de la información histórica generada por los sistemas integrados en tiempo real.
- Entorno Corporativo: Engloba los siguientes sistemas:
- Extranet Multicanal (EMC): Permite la difusión de información a través de Internet y de la Intranet de ADIF.
- Monitorización remota: Posibilita la visualización de manera remota a través de la intranet de ADIF o de Internet del estado del campo controlado por cada uno de los telemandos integrados en el CRC en un tiempo cercano al real.
- Herramientas off-line: Incluye aplicaciones off-line que trabajan en la generación de planes de explotación y en el análisis de la información almacenada durante la explotación.
- Entorno de Validación. El objetivo de este entorno es realizar tareas de testeo, verificación y validación de las nuevas versiones del software de sistemas previas a la puesta en servicio del CRC.

4.2.6. Control de Tráfico Centralizado (CTC)

Se proyectará un nuevo CTC en el CRC Centralizado de Línea, para el telemando de los enclavamientos situados en la nueva plataforma.

El CTC de Bilbao tendrá la capacidad de controlar los enclavamientos objeto de este proyecto y pertenecientes a la línea de alta velocidad. Para ello, será necesario modificar los enclavamientos existentes para posibilitar el telemando desde dicho CTC.

El CTC de Bilbao estará ubicado en un edificio a definir.

- Instalar PLO remoto tanto en Vitoria para controlar el tramo Vitoria-Bilbao como en San Sebastián para controlar el tramo Bergara-San Sebastián. Estos PLO deberán disponer de la definición de la funcionalidad adecuada

para indicar cómo se establece el control de la línea desde cada CTC o PLO que pueda controlar los enclavamientos afectados.

4.2.7. Telecomunicaciones Fijas

- Como medio físico de transmisión se instalarán a lo largo de la línea cables de fibra óptica para el acceso a la red de telecomunicaciones a lo largo del tramo de los distintos servicios.
- Redes de transmisión, que soportarán las comunicaciones entre los distintos centros de la línea.
- Red de conmutación de voz, que dará servicio de telefonía fija a todas las instalaciones de la línea.
- Redes de conmutación de datos con su correspondiente equipamiento (routers y switches).
- Dotación de un sistema de supervisión de fibra óptica.
- Dotación de un sistema de gestión integrada de red.

4.2.8. Telecomunicaciones móviles

Se ha adoptado como solución idónea para las necesidades requeridas, realizar las siguientes actuaciones, agrupándolas en cada una de las tres fases siguientes:

Fase I. instalaciones de telecomunicaciones móviles GSM-R

- Instalación de Estaciones Base Transceptoras (BTS), en capa A y en capa B, ubicadas en casetas prefabricadas o en cuarto de, comunicaciones.
- Instalación de repetidores ópticos (FOR), en capa A y en capa B, ubicados generalmente en hastial de túnel.
- Instalación o ampliación de equipos existentes a Criterio de la Dirección de Obra de Controladoras de Estaciones Base (BSC) y Unidades Transcodificadoras y Adaptadoras de Velocidad (TCU/TRAU), BSC y TRAU por capa, ubicadas en:
 - Edificio Técnico Gutiérrez Soto de Zaragoza para la capa A.
 - Edificio el Torreón en el Puesto de Mando de AVE de Puerta de Atocha-Madrid, para la capa B.

- Integración del BSS de la Línea de Alta Velocidad Vitoria – Bilbao en el NSS existente en el Puesto de Mando de AVE de Puerta de Atocha-Madrid y en el NSS ya existente en el Edificio Técnico Gutiérrez Soto de Zaragoza.
- Integración/Activación en los Servidores Radio Commander existentes en el Edificio Técnico Gutiérrez Soto de Zaragoza y en el Puesto de Mando de AVE de Puerta de Atocha-Madrid del subsistema BSS alcance de este Proyecto.
- Instalación o ampliación de equipos existentes, a petición de la Dirección de Obra, en el Puesto de Mando de AVE de Puerta de Atocha-Madrid, de un Servidor Radio Commander en configuración redundante con el servidor de Radio Commander existente en el Edificio Técnico de Gutiérrez Soto de Zaragoza.
- Instalación de clientes del Radio Commander, dos en cada una de las dos bases de mantenimiento previstas, otro en el Puesto de Mando de Madrid-Atocha y otro más en el Edificio Técnico Gutiérrez Soto de Zaragoza.
- Instalación/Integración de un servidor para la gestión/supervisión de la red de repetidores, o ampliación/integración en servidor existente. Adicionalmente, se instalarán clientes para la supervisión de la red de repetidores, uno en cada una de las dos bases de mantenimiento previstas, otro en el Puesto de Mando de Madrid-Atocha y otro más en el Edificio Técnico Gutiérrez Soto de Zaragoza.
- Instalación/Integración de un servidor para la gestión/supervisión de la red de rectificadores, o ampliación/integración en servidor existente. Adicionalmente, se instalarán cuatro (4) clientes para la supervisión de la red de repetidores, uno en cada una de las dos bases de mantenimiento previstas, otro en el Puesto de Mando de Madrid-Atocha y otro más en el Edificio Técnico Gutiérrez Soto de Zaragoza.
- Instalación/Integración, a criterio de la dirección de Obra, de un (1) servidor para el sistema de supervisión de alarmas, o ampliación/integración en servidor existente. Adicionalmente, se instalarán cuatro (4) clientes para la supervisión de la red de repetidores, uno en cada una de las dos bases de

mantenimiento previstas otro en el Puesto de Mando de Madrid-Atocha y otro más en el Edificio Técnico Gutiérrez Soto de Zaragoza.

- Conexión a la red de transporte a través de puntos de acceso en cada uno de los emplazamientos.
- Tendido de cables eléctricos para la alimentación de las estaciones base y de los repetidores.
- Conexión de los cables de fibra óptica mediante los latiguillos correspondientes entre el repetidor y el repartidor de fibra óptica ubicado en el hastial del túnel.
- Obra civil para la construcción de emplazamientos, bien sean casetas, cuarto de comunicaciones o repetidores, e impliquen la instalación de torre ó mástil, según proceda (BTS y FOR).
- Construcción de una red de canalizaciones, ya sean subterráneas o superficiales, en cada uno de los emplazamientos, que aseguren una ruta segura para el suministro de energía/fibra desde el transformador/empalme más próximo a pie de vía hasta el emplazamiento de GSM-R y de Operadores.
- Desmonte, explanaciones y adecuación del terreno destinado a la ubicación de los emplazamientos, así como realización de la cimentación correspondiente.
- Construcción y/o adecuación del vallado e instalaciones de cerramiento conjunto.

Fase II. Actuaciones sobre sistemas existentes

- Integración y ampliación NSS.
- Integración MSC- PABX.
- Integración RBC - MSC.
- Integración sistemas telecomunicaciones en IN.
- Ampliación de conectividad y capacidad en MSC (Datos o fax, E1, SPOTS, llamadas de grupo, etc.).
- Actualización de bases de datos en NSS.

Fase III. Infraestructura para operadores públicos de telefonía móvil

La Fase III, se corresponderá con la Infraestructura para Operadores Públicos de Telefonía Móvil.

Se ha adoptado como solución idónea para las necesidades requeridas, realizar las siguientes actuaciones:

- Instalación de casetas prefabricadas. Se han previsto otras de manera adicional previendo futuras necesidades de Operadores. Se han cuantificado emplazamientos para operadores en todos los emplazamientos donde se hayan planificado para GSM-R más un 10%. Puesto que en el momento de redacción del proyecto no se dispone de las necesidades de los operadores, esta previsión puede cambiar dependiendo de los requisitos que los operadores presenten en la etapa de construcción.
- Tendido de cables eléctricos para la alimentación de las estaciones base y de los repetidores de Operadores.
- Obra civil para la construcción de emplazamientos. emplazamientos de Operadores, emplazamientos exclusivos de operadores y emplazamientos de repetidores de Operadores.
- Construcción de una red de canalizaciones, ya sean enterradas o en superficie, en cada uno de los emplazamientos, que aseguren una ruta segura para el suministro de energía/fibra desde el transformador/empalme más próximo de la vía hasta el emplazamiento de Operadores mediante canalización hormigonada de 6 tubos de 110 mm.
- Desmonte, explanaciones, extendido de grava, cimentación y preparación del terreno para los puntos donde se ubican los emplazamientos que así lo requieran.
- Construcción y/o adecuación del vallado e instalaciones de cerramiento conjunto.

4.2.9. Red de cables

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

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.

Se distinguen entre cables principales y secundarios; siendo los cables principales los que se tienden entre cajas de terminales, y los cables secundarios los que se tienden entre las cajas de terminales y los equipos de vía.

Los cables principales, tendidos entre Edificios Técnicos o Casetas a cajas de conexión y aquéllos de alimentación a las balizas previas del sistema ASFA Digital, que por su longitud son susceptibles de sufrir perturbaciones electromagnéticas producidas por el sistema de electrificación de la línea a 25 kVca 50 Hz, se han previsto con factor de reducción 0,3. En cuanto a los cables secundarios, sólo tendrán factor de reducción FR 0,3 aquéllos de las balizas previas del sistema ASFA.

Todos los cables tendidos en túneles y en los accesos a Edificios Técnicos tendrán, además, cubierta ignífuga no propagadora de incendios y exenta de halógenos, de acuerdo a la citada Especificación Técnica de ADIF 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 y telefonía de explotación proyectados 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 sensores de rueda, 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 incluyendo la correspondiente toma de tierra en cada una de ellas, para la distribución de los cables de señalización y de protección de tren; y en el caso de los cables de circuitos de vía, se separarán, además, los cables de emisión de los de recepción
- Se utilizarán cables de cuadretes, tanto cables principales como secundarios, para los siguientes elementos de campo: señales laterales luminosas, sensores de rueda, 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 mm² de sección, tanto cables principales como secundarios, para los motores de agujas y para las balizas del sistema ASFA.
- Se emplearán, en los casos que así se requiera, cables con Factor de Reducción (FR) adecuado para proteger contra posibles interferencias inductivas. De este modo, los cables principales se han previsto con FR 0,3. En cuanto a los cables secundarios, sólo tendrán FR 0,3 aquéllos de alimentación a las balizas previas del sistema ASFA.
- 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 Edificios o Casetas Técnicas, entre el Edificio o Caseta Técnica 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 o 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 3, 5, 7, 10 y 14 cuadretes; y cables de 4, 7, 9, 12, 19, 27, 37 y 48 conductores). Asimismo, se emplearán cables independientes para agrupar los distintos tipos de

servicios, separando entre cables de señalización (diferenciando de señales y de motores), cables de sensores de rueda y cables de circuitos de vía.

Los cables dispondrán de una toma de tierra, quedando un extremo de la armadura puesta a tierra y el otro aislado. En ningún caso, habrá dos extremos de la pantalla del mismo vano o tramo de bobina puesta a tierra.

A lo largo de la línea se tenderán cuatro cables diferentes, distribuidos de la siguiente forma:

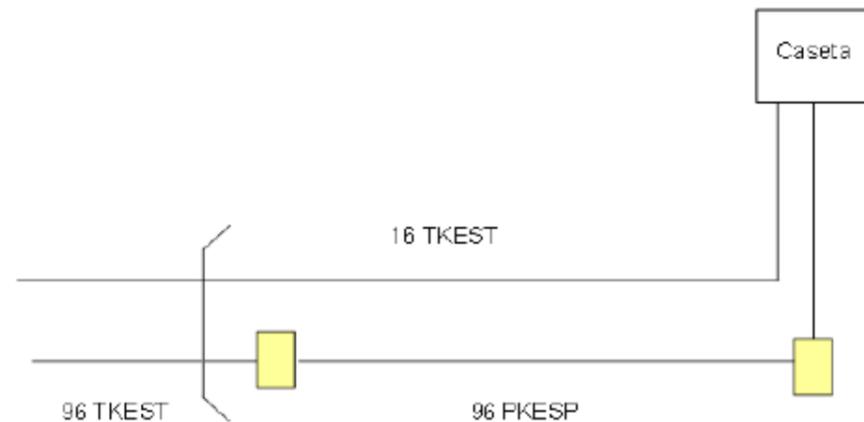
- Vía impar:
 - 1 cable de 32 fibras ópticas.
 - 1 cable de 96 fibras ópticas.
- Vía par:
 - 1 cable de 32 fibras ópticas.
 - 1 cable de 96 fibras ópticas
 - Cable de 16 fibras ópticas tipo TKEST para los repetidores de GSM-R en túnel.

Todos los cables de fibra óptica a instalar cumplirán con la versión vigente de la E.T. de ADIF 03.366.780.9.

Los cables de 32 F.O. se dedicarán fundamentalmente a la interconexión de los equipos de la Red de Transporte (SDH) así como para la Red de Datos de Explotación (10 GbE) y para las interconexiones con otras redes.

Los cables de 96 F.O. se utilizarán para las Redes de Acceso (tanto SDH como de Datos), y como cables de servicio para otras técnicas (señalización, electrificación, telemando, detectores, sistemas de protección y seguridad, etc.). También se utilizarán para los operadores de telefonía móvil (si procede) dejando las demás fibras libres para poder ser utilizadas en el futuro. Los repartidores para estos cables estarán situados en los edificios técnicos, subestaciones eléctricas, bases de mantenimiento, centros de auto-transformación, casetas de vía, otros puntos singulares con necesidades de fibra óptica (viaductos, pasos superiores...) y cualquier emplazamiento con necesidades de fibra óptica.

Además, se tenderá un cable adicional de 16 fibras ópticas para unir las BTS que tengan repetidores dependientes de ella. Este cable extra se utilizará únicamente para estas comunicaciones y no llevará más servicios ni se tenderá a lo largo de toda la vía.



En la red de cableado de señalización a proyectar se distinguen entre cables principales y secundarios. Siendo los cables primarios los que se tienden a lo largo del trayecto y en estación entre cajas de conexión, y los cables secundarios los que se tienden entre las cajas de conexión y los equipos de vía.

Los cables para instalaciones de señalización, tanto los principales como los secundarios, serán multiconductores de tipo normalizado por ADIF, con conductores de cobre de 1,5 mm² de sección, aislamiento de polietileno y cubierta EAPSP (Estanca de Aluminio Polietileno Acero Polietileno) o EATST (ignífugo).

Los cables para alimentación a los circuitos de vía sin juntas, son de cuadretes apantallados, del tipo normalizado por ADIF, con conductores de cobre de 1,4 y 0,9 mm de sección para cables principales y secundarios respectivamente, aislamiento de polietileno y cubierta EAPSP (Estanca de Aluminio Polietileno Acero Polietileno) o EATST (ignífugo)

Los cables de energía para baja tensión serán de los tipos siguientes:

- Cable de cobre o aluminio REF3Z1-K (S) 0,6/1 kV
- Cable de cobre o aluminio RZ1F3Z1-K (AS) 0,6/1 kV, ignífugo.

Los cables que se tiendan en los túneles o acometan a salar técnicas, deber ser de cubierta ignífuga y libre de halógenos.

Los empalmes de los distintos cables utilizados se realizarán con los métodos homologados por ADIF.

4.2.10. Elementos de campo

4.2.10.1. 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 en la plataforma de AV y con focos incandescentes en LC) a lo largo del tramo objeto del presente Proyecto, y de acuerdo con lo dispuesto en el Programa de Explotación del ADIF.

Todas las señales que deban ser instaladas se ajustarán a las Especificaciones del ADIF vigentes.

- SI-E-S.I.-ENC-02: Especificaciones de diseño, fabricación, suministro e instalación de las Señales Laterales Luminosas. Revisión 4, Mayo 2013.
- SICT-I-S.I.-ARM-02. Requisitos Técnicos y Funcionales de los focos luminosos de diodos LED de Alta luminosidad para las Señales Laterales Luminosas. Rev nº2. Marzo 2011.

En los accesos a ciudades tramos y Bifurcaciones, se instalarán señales de lámparas incandescentes tipo convencional. El cableado se realizará dimensionándolo en función de una posible sustitución por LEDS. La base fundamental es la especificación técnica nº 03.365.001 sobre "Suministro de señales altas".

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

- Señal de entrada a Estación: Alta de 4 focos (Verde, rojo, blanco, y amarillo).
- Señal de Bifurcación: Alta de 3 focos (Verde, rojo, y amarillo).
- Señal en Puesto de Cantonamiento: Alta de 3 focos (Verde, rojo y amarillo).
- Señal avanzada con indicación V/A: Alta de 4 focos (Verde, rojo, ciego y amarillo).
- Señal avanzada sin indicación V/A: Alta de 3 focos (Verde, rojo y amarillo).

- Señal de salida de PAET o Estación: Alta de 4 focos (Verde, rojo, blanco y amarillo).
- Señal interior de salida de PAET o Estación: Alta de 4 focos (Verde, rojo, blanco y amarillo).
- Señal de maniobras en PAET o Estación: Baja de 2 focos (Rojo y blanco).
- Señal de retroceso en PAET o Estación: Baja de 4 focos (Rojo y 3 focos blancos).

Dichas señales altas se han proyectado de tipo abatibles, para las instaladas en plataforma de Alta Velocidad facilitando los trabajos de mantenimiento de las mismas y convencionales en las instaladas en líneas de red Convencional.

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 de Circulación Ferroviaria, publicado en el B.O.E. el 18 de julio de 2015. 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.

La ubicación de cada una de las señales y su tipo se detalla en el documento nº 2. Planos del presente Proyecto.

En todas las señales de nueva instalación, se ha previsto la dotación de los equipos de tierra del sistema de anuncio de Señales y Frenado Automático (ASFA Digital).

4.2.10.1.1. 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 correspondientes a la línea.

4.2.10.1.2. 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, PBA, bifurcaciones y cambiador de anchos.
- Señales de entrada (E) a las estaciones, apartaderos, PBA, bifurcaciones y cambiador de anchos.
- Señales avanzadas (E') de dichas señales de entrada.
- Señales de bloqueo situadas en trayecto, es decir, en Puesto Intermedio o en Puesto de Cantonamiento (PCA), con 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”.

4.2.10.2. **Circuitos de vía**

Como sistema principal para la detección segura de presencia de trenes y liberación de vía, se proyecta la instalación de circuitos de vía de audiofrecuencia, sin juntas mecánicas de separación en:

- La nueva plataforma de ancho UIC

- Las vías de ancho UIC o ibérico en la plataforma existente, en estaciones y trayectos con ancho de vía único.

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, breteles, 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.

Se usarán cables independientes para los emisores y para los receptores, y estos cables serán independientes para cada una de las vías.

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.

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 casos excepcionales o 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.

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.

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 equilibrio 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.

4.2.10.2.1. Características de seguridad

El Estudio de Seguridad detallará la asignación de niveles de integridad de seguridad a cada uno de los componentes de la misma.

Considerando las características del nuevo tramo objeto del presente Proyecto, 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.

4.2.10.2.2. 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 Edificio Técnico o caseta 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.

4.2.10.2.3. 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.

4.2.10.2.4. 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, así como el efecto de la diafonía longitudinal y transversal.

4.2.10.2.5. 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).

4.2.10.2.6. Condiciones de detección de presencia de tren

Los circuitos de vía cumplirán la especificación técnica de ADIF ET 03.365.311.4 Sistemas electrónicos de detección de tren basados en circuitos de vía de audiofrecuencia. 1º Edición. Enero 2017. Esta ET 03.365.311.4.

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 proporcionará toda la información relevante y necesaria de funcionamiento al Sistema de Ayuda al Mantenimiento de las instalaciones de señalización.

4.2.10.2.7. 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 salas de los Edificios Técnicos de las estaciones, apartaderos, puestos de banalización 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 dichas salas o casetas técnicas hasta las correspondientes unidades de vía será de 6.500 m para los emisores y para los receptores.

4.2.10.2.8. Configuraciones de circuitos de vía

Cada sección de vía estará equipada con un circuito de vía, 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.

4.2.10.2.9. Número disponible de frecuencias

Se dispondrá del número de frecuencias suficiente para configurar adecuadamente las secciones de vía de estaciones, apartaderos, PBA, 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.

4.2.10.2.10. Elementos constituyentes del sistema

Se pueden clasificar en dos grupos:

- Equipos interiores en Edificios Técnicos o Casetas 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 o aluminio, 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 o aluminio, 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 Edificio Técnico o de la Caseta de Señalización.

Los circuitos de vía dispondrán de un sistema de ayuda al mantenimiento propio (SAM-CV).

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.

4.2.10.2.11. 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. "siempre un lazo de sintonía." entre unión de carriles de acuerdo con la configuración homologada por Adif para impedir el puenteo del carril, por el cable de retorno de compensación de tracción de la catenaria AVE.

4.2.10.2.12. Inmunidad a las 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 (previsto para esta línea en los tramos de nueva plataforma).
- 1 x 25 kVca (en caso de que se instalase en alguna zona de la línea).
- 3 kVcc.

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.

4.2.10.2.13. Transiciones con otros sistemas de detección del tren

El adjudicatario incluirá en su oferta, planos, esquemas y un documento demostrativo de la solución a utilizar para la transición de sus circuitos de vía con zonas de circuitos de vía existentes.

4.2.10.2.14. 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.

4.2.10.2.15. 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, sistema ASFA, sensores de rueda, detectores de cajas calientes, detectores de impactos verticales, detectores de caídas de obstáculos, subestaciones eléctricas, GSM/UMTS público y GSM-R, etc.

4.2.10.2.16. 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 de RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety), las condiciones generales y específicas para las tareas de mantenimiento.

4.2.10.2.17. Sistema de ayuda al mantenimiento de los circuitos de vía

En las dependencias en las que se ha proyectado equipos de interior de circuitos de vía de audiofrecuencias, 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 o 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, deberá 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.

4.2.10.3. Distribución de circuitos de vía

La distribución y asignación de los circuitos de vía a cada dependencia se efectuará teniendo en cuenta las distancias máximas admisibles entre los equipos de cabina y los equipos exteriores de los circuitos de vía. Para el diseño realizado en el presente Proyecto se ha considerado una distancia máxima de metros de acuerdo con la homologación de Adif desde el edificio concentrador de equipos y la unidad de conexión de vía extrema (normalmente receptores).

4.2.10.4. Accionamientos electrohidráulicos

En el presente Proyecto se contempla el conexionado de nuevos accionamientos de aguja, instalados en la nueva plataforma de ancho UIC o estándar. El suministro y montaje de dichos accionamientos de aguja no es objeto del presente Proyecto, ya que se incluirá en el contrato de montaje de vía. Sí se incluirán los accionamientos a sustituir en convencional.

En las agujas situadas en la plataforma de red de alta velocidad, incluida en el presente proyecto, se contempla el suministro, montaje y conexionado de los nuevos accionamientos electrohidráulicos, incluidas sus timonerías, a instalar en las dependencias de la estación de Bilbao Abando.

Los accionamientos electrohidráulicos serán de tipo normalizado ADIF, e incluirán sus timonerías, anclajes, bastidor de palastros y cerrojos de uña, así como los comprobadores eléctricos de posición de los espadines, los cerrojos eléctricos, etc.

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.

Todos los desvíos que se utilicen serán del tipo de montaje en traviesa de hormigón y en traviesa cajón.

Según el tipo de desvío proyectado, se instalará el número de accionamientos y comprobadores que corresponda.

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, a excepción de los aparatos de vía a instalar en vías de ancho convencional de las dependencias del ámbito del presente proyecto.

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.

4.2.10.5. Sensores de rueda

Se proyectará la instalación de sensores de rueda en los desvíos con corazón móvil, que se equipan con un dispositivo electrónico, a fin de poder ejecutar la detección en caso de talonamiento.

A modo de ejemplo y sin perder generalidad, se puede citar el caso en que los equipos de mantenimiento de vía, en su desplazamiento, puedan llegar a provocar el talonamiento de dichos desvíos.

El sistema de sensores de rueda dará al enclavamiento la información correspondiente al paso de cualquier vehículo a posición normal o desviada. El enclavamiento realizará un chequeo de concordancia entre la posición de los desvíos y la detección del paso de tren detectada por el sensor de vía instalado a tal efecto. Una discordancia entre ambas indicaciones llevará al disparo de una señal de alarma que avisará de un posible talonamiento del desvío y la necesidad de la inmediata actuación del personal de mantenimiento, para verificar el estado del desvío, de los accionamientos y comprobadores.

El sistema de sensor de rueda se compone de los siguientes elementos:

- Cabeza detectora, consistente en un elemento inductivo que verá modificado su acoplamiento magnético con el paso de las ruedas del tren.
- Medio de transmisión que será un cable de comunicación.
- Unidad de proceso central que, a través de una interfaz que aísla galvánicamente el equipo de detección de rueda del enclavamiento, informa del paso del tren al enclavamiento. Esta unidad recibe la señal de la cabeza

detectora y realiza una verificación de que la detección de la cabeza detectora corresponde realmente al paso de un tren o vehículo de trabajo en vía. Esta unidad está ubicada en el edificio técnico o en la caseta técnica, lo que supone una gran ventaja desde el punto de vista de funcionamiento y mantenimiento, ya que se evita tener elementos activos a pie de vía; reduciendo así, la probabilidad de fallo del sistema.

- Interfaz con el enclavamiento. Se dotará de una interfaz que aisle galvánicamente el equipo sensor de rueda del enclavamiento, del mismo tipo que la definida para los circuitos de vía.
- La disposición de los sensores para desvíos es la siguiente:
- Desvíos: Se colocarán un total de dos sensores de rueda por desvío, ubicándose un sensor en el talón de posición "normal" y otro en el talón de posición "desviada". En la siguiente figura, se representa la disposición de las cabezas inductivas detectoras del sensor.
- Escapes: Se colocarán un total de cuatro (4) sensores por escape. Se ubicará un sensor en la rama "normal vía 1", otro en la rama "normal vía 2" y otros dos en la rama "desviada entre las dos vías".

El enclavamiento evaluará la recepción de paso de tren la información que transmiten los sensores con la información de la posición a la que están mandados los semiescapes del escape. Si el resultado de la comparación es discordante, el propio enclavamiento activará la señal de alarma del posible talonamiento del semiescape o semiescapes.

En el caso de los desvíos sin sensor de rueda, el posible talonamiento se detectará por una pérdida de comprobación, sin existir mando, cuando esté ocupado el circuito de vía del desvío.

4.3. Instalaciones para el suministro de energía

Las Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones se alimentarán prioritariamente de la línea a proyectar de distribución de Adif. en caso de ausencia de la tensión de dicha línea, las instalaciones en las estaciones tomarán la energía de la acometida local.

Para el dimensionamiento de las instalaciones de suministro de energía se realizarán previamente los cálculos de potencia y caídas de tensión en las líneas o conductores.

Dichos cálculos se incluirán en el anejo del Proyecto Constructivo denominado Cálculos Justificativos.

Los centros elevadores trifásicos 400/3000 V CA se situarán en las subestaciones eléctricas de tracción prioritariamente. En el caso que ello no fuera posible, se proyectará una acometida local.

Así mismo, si se agotase la capacidad del transformador de servicios auxiliares de la subestación eléctrica de tracción, deberá proyectarse su sustitución junto con las protecciones correspondientes.

Los centros elevadores tipo CA cumplirán la ET 03.365.535.8 Centros de Transformación Tipo "CA" para el Suministro de Energía a Instalaciones de Señalización.

De los cálculos efectuados para cada una de las estaciones, se determinará la potencia del transformador reductor de cada una de las estaciones, para establecer la potencia del transformador 3000/400 V de la línea de energía de 3000 V.

El centro de transformación 3000/400 V será un centro de seccionamiento reductor telemandados denominado CST y cumplirá la norma ET 03.365.537. 4 Centros de transformación tipo "CST" para el suministro de energía a instalaciones de señalización

Se instalará un transformador trimonofásico 400V/230V de la potencia adecuada para efectuar un mejor reparto de las cargas de los circuitos monofásicos. A la hora de su dimensionamiento, se tendrá en cuenta el factor de potencia u ocupación de dicho transformador trimonofásico.

En el caso de pequeños consumos se podrá realizar la transformación con centro monofásicos de 3000/230 V, tomando dos fases de la línea trifásica (RS. ST y TR). Dichas fases se irán alternando de unos centros a otros para no descompensar las caídas de tensión en la línea. Estos centros de pequeña potencia menor de 3 kVA, serán centros de seccionamiento manual.

Tendrán alternativa de suministro de energía a través de la energía de la acometida local. Dicha acometida podrá ser conjunta con el resto de servicios de cada una de las estaciones.

Las acometidas locales serán trifásicas 3x400V+N, se instalará un transformador trifásico de aislamiento 400/400 V para aislar al resto de consumidores de las perturbaciones que puedan producirse a través de los elementos instalados en campo.

Para la selección del suministro de energía de una u otra línea para las instalaciones de seguridad y comunicaciones se instalará un dispositivo automático de conmutación de líneas normalizado ADIF, que conectará con prioridad la energía proveniente de la red de 3000 V. No obstante, dicho dispositivo mediante telemando podrá desconectar la energía de la línea de 3000 V para que automáticamente entre la energía local.

Como alimentación de reserva, se proyectará un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) de similar potencia a la proyectada para el centro de transformación. El sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) será de tipo modular, y asegurará un suministro de energía a las instalaciones de dos horas; además, cumplimentará la especificación técnica de ADIF 03.365.940.

El sistema de Alimentación Ininterrumpida abarcará también la potencia consumida por los accionamientos eléctricos de aguja en su movimiento. Sin embargo, para que estos no tomen la energía de dicho sistema de forma permanente, se instalará otro dispositivo de conmutación de líneas para los accionamientos eléctricos, que tenga como salida prioritaria la tensión de salida del conmutador de líneas 3000V – local.

El diseño del sistema de energía a las instalaciones de seguridad y comunicaciones responderá al Instrucción Técnica, de febrero 2015, sistemas de alimentación eléctrica para ENCES y PM_CTCs.

La alimentación de los equipos de señalización, telecomunicaciones y sistemas auxiliares será:

En la plataforma de línea Convencional donde ya existe una línea de 3000 V:

- Ampliación de la potencia de la línea actual para poder alimentar a las nuevas cargas a instalar (detectores, capa A de la red GSMR, etc.).
- Instalación de nueva línea para alimentar la red GSMR.

En la plataforma de Alta Velocidad donde la catenaria es de 25 KV.

- Alimentación desde el anillo de 20 KV a diseñar entre Centros de Transformación de acometidas de Compañía.
- Se instalarán transformadores 20.000/380 triángulo/estrella de la potencia adecuada para alimentar las cargas instaladas.
- Red de distribución en 750 V para suministro a los equipos y casetas instalados en vía.
- Acometidas locales procedentes de la red pública y/o grupos electrógenos como red alternativa en suministradores de la línea de 750 V.
- Conexión entre los cuadros de baja tensión de los transformadores de catenaria y los cuadros generales de las casetas y edificios técnicos.
- Colocación de equipos de 750 V y 230 V en consumidores.

4.4. Registrador jurídico (JRU)

Por cada uno de los nuevos ENCE se instalará un Registrador Jurídico (JRU) a instalar en los nuevos Edificios Técnicos previstos a tal efecto.

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.

4.4.1. 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.

4.4.2. Características técnicas

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.

4.4.3. 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 ésta, 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 realizará 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 reanude, 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.

4.4.4. 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.

4.4.5. Integración en la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD)

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).

4.5. 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 de la línea.

Los SAM Locales se conectarán tanto a la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD) como a la red operativa en tiempo real, a través de la que se relacionan con los puestos de operador del SAM Central, conectados en la red operativa en tiempo real.

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.

4.5.1. SAM Local

Los Sistemas de Ayuda al Mantenimiento de enclavamientos locales (SAM locales) se ubicarán cada uno de ellos junto al enclavamiento que supervisan. Cada enclavamiento estará dotado de su correspondiente SAM local.

Dicho equipo 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.

El equipamiento de cada SAM Local consta de un PC con, al menos, estas características:

- Un PC tipo industrial conectado al enclavamiento vía red Ethernet, con microprocesador doble, disco duro, altavoces, tarjeta gráfica y tarjeta de red Ethernet redundante.
- 1 monitor TFT en color de 21".
- Sistema para envío de mensajes SMS.

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.

4.5.2. SAM Central

Se proyecta la instalación de un Sistema de Ayuda al Mantenimiento de enclavamientos central (SAM central) en el CRC de línea y en el CRC de respaldo así como en las Bases de Mantenimiento (BM) y en los CTC de convencional.

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. Estará dotado, al menos de:

- Un PC tipo industrial conectado a los SAM Locales, con microprocesador doble, disco duro, altavoces, tarjeta gráfica y tarjeta de red Ethernet redundante.
- 2 monitores TFT en color de 21".
- Sistema para envío de mensajes SMS.
- 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 con, al menos, las siguientes características:

- Un PC tipo industrial conectado a los SAM Locales, con microprocesador doble, disco duro, tarjeta gráfica y tarjeta de red Ethernet.
- 1 monitor TFT en color de 21".
- Unidad de Backup de alta capacidad.

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.

4.5.3. 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 almacenará 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 deberá 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 será 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 o 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 SAM 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 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.

4.5.4. 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 enclavamientos(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.

4.5.5. 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 mandado 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 o 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).
- Sensores de rueda
- Indicación del estado de detección del sensor de rueda. Esta indicación es recibida en el enclavamiento a través de entradas vitales (una entrada vital por cada sensor de rueda).
- Indicación de avería en el equipo sensor de ruedas. Esta indicación es recibida en el enclavamiento a través de entradas no vitales (una entrada no vital por cada sensor de rueda).

- 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.

4.5.6. Sistema de Ayuda al Mantenimiento de Circuitos de Vía (SAM CV)

En el caso de líneas ferroviarias en donde haya un número elevado de circuitos, la distancia entre los Edificios Técnicos 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 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.

El sistema de mantenimiento remoto permite diagnosticar eventuales averías de los equipos de forma remota, sin la necesidad de estar situado en el Edificio Técnico en donde esté el equipo averiado, y así poder dar las instrucciones correctas al personal de mantenimiento para que la reparación se realice lo antes posible.

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 los Edificios Técnicos 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.

4.6. Armarios y cajas de terminales

Se instalarán nuevas cajas de terminales para la distribución de cables de señalización y de teléfonos de señal, incluyendo toma de tierra en cada una de ellas, desmontando los armarios y las cajas de terminales que queden fuera de servicio.

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.

4.7. Sistemas auxiliares de detección

Las directivas comunitarias y sus desarrollos en especificaciones técnicas de interoperabilidad, han establecido varios tipos de sistemas auxiliares de detección, en función de su relación con la explotación y con el mantenimiento.

En este proyecto se han incluido aquellos detectores ligados a la seguridad, que potencialmente son relacionables con los sistemas de bloqueos y enclavamientos, es decir:

- Detectores de caída de objetos (DCO).
- Detectores de cajas calientes (DCC).
- Detectores de viento lateral (DVL).

4.8. Obra civil auxiliar

Las actuaciones de obra civil, asociada al tendido de los cables proyectados, se llevará a cabo en coordinación con el Proyecto de Infraestructura y Vía y, en su caso, con Arquitectura.

Dichas actuaciones se realizarán según la “Norma sobre los sistemas de tendido subterráneo de cables” NAS 310, 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.

El tendido de los cables de instalaciones de señalización y de teléfonos de señal se realizará, de forma general, por los medios de tendido siguientes:

- En las estaciones o apartaderos:
- Canalización hormigonada con tubos de polietileno o PVC, entre señales de entrada.
- Zanja de 0,80 m de profundidad para los cables secundarios.
- En los trayectos:
- Canaleta hormigonada de doble alveolo, donde las circunstancias del trayecto lo requieran.
- Zanja de 0,80 m de profundidad para los cables secundarios.

La transición de canaleta a canalización se realizará mediante arquetas o cámaras de registro.

Las canalizaciones hormigonadas se realizarán en las estaciones y en las proximidades de Edificios Técnicos. Se realizarán según figura en la citada norma de ADIF, NAS 310; tal como indica el modificativo nº1 de la citada norma. 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 método tradicional, siendo opcional el sistema de perforación horizontal (topo), para ello, se seguirán las indicaciones de la norma de ADIF NAV 2-1-5.0.

La canalización hormigonada será de conductores de polietileno o PVC de 110 mm de diámetro exterior y 2,2 mm de espesor. El número de conductores se ha calculado dependiendo del número de cables a tender en cada una de las instalaciones, con un mínimo de reserva libre. En el ámbito de estación, las necesidades de conductos aumentan por el mayor número de cables a tender. A consecuencia de ello, se ha proyectado la canalización con el número adecuado de conductos para tales necesidades.

La canalización se complementará con la construcción de arquetas o cámaras de hormigón del tipo adecuado, situadas cada 48 metros como máximo, pudiendo variar esta distancia en función del trazado para facilitar el tendido de cables, debiendo ser, en cualquier caso, múltiplo de 6, al ser ésta la longitud de los tubos.

En las arquetas y las cámaras de estación se ha proyectado la instalación de perchas de 12 fichas para la fijación de los cables de señalización y comunicaciones, al paso por las mismas.

Los cables secundarios cuando se tiendan en zanja, ésta será de 0,8 m de profundidad, colocando una malla de plástico, de color amarillo fuerte de unos 20 a 40 cm de anchura, a lo largo de la zanja y a unos 40 cm por encima del cable o cables, para la prevención y aviso de la situación del cable.

A continuación, se describe genéricamente la obra civil necesaria para el tendido de los cables de los diferentes sistemas proyectados.

4.8.1. Zanjas

Se utilizarán para el tendido de los cables secundarios desde las cajas de conexión hasta los diferentes equipos de las instalaciones de señalización y de teléfonos de señal situados en la proximidad de la vía.

4.8.2. Canaletas

Se utilizará canaleta hormigonada de doble alveolo para el tendido de cables principales de los sistemas de señalización, teléfonos de señal y energía en las zonas de trayecto entre estaciones donde las circunstancias lo requieran.

4.8.3. Canalizaciones

Las canalizaciones hormigonadas se realizarán en las estaciones, PAET y en las proximidades de Edificios Técnicos. Se realizarán según figura en la citada la norma de ADIF, NAS 310; tal como indica el modificativo nº 1 de la citada norma.

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.

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.

Los cruces bajo vías se realizarán siempre perpendicularmente a la vía, mediante la oportuna canalización hormigonada o perforación horizontal (topo), según se refleja en la parte de cruce bajo vías de los planos de acometida tipo correspondiente.

4.8.4. Perchado de cables

Se proyectará la instalación de perchas para el tendido de cables de energía, señalización y comunicaciones en las cámaras de registro, y si hubiera en las secciones en túnel y falso túnel entre pantallas, previo dimensionamiento de las necesidades de canalización.

4.8.5. Arquetas y cámaras

Se definen las arquetas o 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 señalización 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 cada una de las salas técnicas se instalará un equipo o sistema de control de la sala técnica, incluyendo todos los sensores de monitorización necesarios.

Se procederá a la integración del sistema de control de sala técnica en el Telemando de Sistemas Auxiliares de Datos de Adif, plataforma central (TSAD)

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

4.9. 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 Proyecto, de acuerdo con las especificaciones y criterios de ADIF.

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.

Se instalarán cartelones de limitación junto con balizas ASFA en todos los cambios significativos de velocidad de acuerdo a lo indicado en la E. T. DICT-E-SI-ENC-03 "Suministro e instalación de cartelones y pantallas de información fija".

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 la Dirección de Circulación de ADIF. No obstante, los cartelones propuestos, previstos en el presente Proyecto y los criterios para su instalación, están reflejados en el Apéndice II. "Características de cartelones y pantallas fijas de información" de este Anejo.

Además, se proyecta el suministro e instalación de piquetes de vía libre de hormigón, los cuales se instalarán delante de todos los desvíos en apartaderos y estaciones para marcar el punto a partir del cual no es posible la circulación simultánea por ambas vías.

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.
 - › Pantallas de zona neutra.
 - › Alto a la tracción eléctrica.
 - › Cambio de tracción.
- 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.
- Señales informativas de puntos singulares
- Viaductos.
- Túneles.
- Subestaciones Eléctricas.
- Estaciones.

- Apartaderos.
- Puestos de Banalización.
- Puestos de Bloqueo en Línea.
- Bifurcaciones.

Además de los cartelones descritos en los apartados anteriores, se proyecta también el suministro e instalación de piquetes de vía libre de hormigón. Se instalarán delante de todos los desvíos en apartaderos y estaciones para marcar el punto a partir del cual no es posible la circulación simultánea por ambas vías.

- Fundamentales de electrificación
- Pantallas de zona neutra.

4.10. Levantes, desmontajes y traslados

En la estación de Bilbao-Abando se contemplará el levante y desmontaje de todas las instalaciones que queden fuera de servicio. El proceso de levante y desmontaje será progresivo según queden fuera de servicio las señales, aparatos, elementos de vía, armarios y equipos de interior. Todos los elementos desmontados o levantados se trasladarán al almacén de ADIF que indique el Director de Obra.

El levante de los cables metálicos que queden fuera de servicio es prioritario para la seguridad de las personas, ya que pueden transferir potenciales de tensión de unos puntos a otros.

Se presupuestará el levante de todos los cables metálicos que queden fuera de servicio cuando transcurran por canalizaciones.

En el caso que trascurren en zanja, el cable se protegerá en el extremo más cercano con una caperuza aislante sellada. El extremo del cable no podrá permanecer en las proximidades de la vía a una distancia en el que el potencial de tierra de la corriente de tracción sea mayor de 60 V en tensión alterna y 120 en tensión continua, según la tabla D3 y D4 de la norma UNE-UN 50122-1 Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y corriente de retorno. Parte 1: Medidas de protección contra choques eléctricos.

Dentro de los elementos de campo de ancho métrico se destaca el levante y desmontaje de los siguientes elementos:

- Todos Circuitos de vía de 50 Hz centralizados en la estación
- Las señales que queden fuera de servicio
- Los elementos del sistema ASFA de las señales
- Los accionamientos eléctricos existentes, si no son reutilizables

La sustitución de circuitos de vía de esta zona se llevará a cabo una vez que el nuevo enclavamiento haya sido puesto en servicio. Después del momento del montaje y puesta en servicio de los nuevos circuitos de vía, se procederá al levante de juntas inductivas y la sustitución de juntas encoladas por cupones.

El proceso de sustitución de circuitos de vía será un proceso progresivo para no interrumpir el servicio ferroviario.

Se proyectará el desmontaje de los equipos de interior existentes en el cuarto técnico.

- Enclavamiento electrónico
- Equipos de interior de los circuitos de vía que no sean reutilizables.
- Bastidores del enclavamiento.
- Repartidores de cables tanto de las instalaciones de seguridad como de comunicaciones, incluidos los repartidores de fibra óptica.
- Equipos de energía, tanto transformadores reductores como transformadores de aislamiento.
- Sistema de alimentación ininterrumpida.
- Desmontaje de la central de telefonía de circulación
- Desmontaje del equipamiento de las redes troncales de los sistemas de transmisión digital por fibra óptica.
- Desmontaje del equipamiento de redes de datos locales de cableado estructurado
- Centro de transformación de la línea de 2200 V

4.11. 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 modificación del 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 Proyecto 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.

4.12. Situaciones provisionales

Se definen como situaciones provisionales a aquellas configuraciones de la explotación y equipamiento de las instalaciones que son distintas de la configuración existente y final y que no estén comprendidas por esta, que requieren el empleo de recursos adicionales.

Se define como situación transitoria parcial a la configuración de explotación temporal que puede ser abordada con el equipamiento que se prevea para la situación final que no requiere el empleo de equipamiento adicional.

El proyecto constructivo abordará tanto las situaciones provisionales como las situaciones transitorias. Ambas situaciones quedarán perfectamente definidas en la Memoria, Planos y Pliego del Proyecto.

En los planos se reflejarán ambas situaciones con los esquemas de explotación y de equipamiento, indicando los elementos de las instalaciones de señalización que están activos para llevar a cabo la explotación ferroviaria.

4.12.1.1. Línea de ancho métrico

Durante las obras no habrá circulación ferroviaria en línea de ancho métrico. Solamente se prevé la situación transitoria en Bilbao-Abando en el cambio del enclavamiento electrónico por un nuevo enclavamiento y la sustitución de circuitos de vía.

4.12.1.2. Línea de ancho ibérico

Se definen como situaciones provisionales a aquellas configuraciones de la explotación y equipamiento de las instalaciones que son distintas de la configuración existente y final y que no estén comprendidas por esta, que requieren el empleo de recursos adicionales.

Se define como situación transitoria parcial a la configuración de explotación temporal que puede ser abordada con el equipamiento que se prevea para la situación final que no requiere el empleo de equipamiento adicional.

En esta fase se mantendrán los puestos de telemando y comunicaciones centrales en la estación de Bilbao-Abando para gestionar el tráfico ferroviario en línea ibérica.

4.12.1.3. Línea de ancho internacional

Cómo se trata de una línea nueva, no se contempla situaciones

4.13. Puestas a tierra

Se proyectará la puesta a tierra de los siguientes elementos:

- Recintos técnicos.
- Equipos de las instalaciones que deban estar puestos a tierra
- Instalaciones de seguridad
- Instalaciones de comunicaciones
- Sistema de energía.

- Pantallas de los cables, cuya prioridad de puesta a tierra primera es en la cabina.
- A las pantallas y armaduras de los cables no se les dará continuidad en campo. Un extremo deberá estar puesto a tierra y el otro aislado.
- Elementos metálicos marquesinas.
- Elementos metálicos transversales.

En las cabinas se podrán proyectar dos sistemas de tierras. Uno para las instalaciones de seguridad y otros para los de comunicaciones, siempre que la tierra de uno no sea accesible por la del otro y no se puedan producir diferencias de potencial peligrosas para las personas.

Las partes metálicas del sistema de energía podrán conectarse a la red de tierras de las instalaciones de seguridad.

Todas las cajas de terminales, así como las cajas de sintonía de los circuitos de vía dispondrán de tomas de tierra individual.

4.14. Elaboración de documentación de las instalaciones y RAMS.

Se presupuestará la entrega de la documentación final de la obra.

Así mismo se presupuestará la colaboración del contratista en la elaboración de los casos de seguridad.

En un anejo del proyecto de Control y Vigilancia se presupuestarán:

- Evaluador Independiente de RAMS de las Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones
- El evaluador independiente de software de seguridad

Las aplicaciones ferroviarias cumplirán la especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Según la norma UNE EN 50126

La responsabilidad primordial de evaluar, controlar y reducir los riesgos al mínimo corresponde al Organismo Ferroviario, por lo que es necesaria la figura del Evaluador Independiente de RAMS.

Además, el Evaluador Independiente de RAMS de las Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones, coordinará la RAMS de las actuaciones de Infraestructura, Vía y Electrificación, así como con cualquier otra actividad que pueda incidir en la RAMS ferroviaria dentro del proyecto, de cualquier ruta que comience o finalice dentro del ámbito del proyecto y de cualquier sistema relacionado.

Será de aplicación el REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) N o 402/2013 DE LA COMISIÓN de 30 de abril de 2013 relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo, o el vigente en el momento de la definición del Proyecto Constructivo.

Así mismo, para el desarrollo del método común de seguridad se tendrá en cuenta la Instrucción Técnica de Adif. IT-107-002-002-SC. Guía General para la Aplicación del Método de Seguridad para la Evaluación del Riesgo, o el vigente en el momento de la definición del Proyecto Constructivo

Tanto el Reglamento como la Instrucción técnicas se desprende su aplicación de la norma UNE-EN 50126 en su apartado 6. Ciclo de vida RAMS y en especial sus apartados 6.6.3.4 y 6.6.3.5.

Los procedimientos y requisitos técnicos para el desarrollo del software de sistemas electrónicos programables para su uso en aplicaciones de control y protección del ferrocarril cumplirán la Norma UNE EN 50128.

El evaluador independiente de software de seguridad debe ser una figura independiente del proveedor o, a discreción de la Autoridad de Seguridad, ser parte de la organización del proveedor o de la del cliente.

En este caso para permitir que Adif, decida si esta tarea es externa a la generación operativa de software se concretará su valoración en el anejo de Vigilancia y Control de la Obra.

4.15. Actuaciones complementarias a las instalaciones

En el proyecto constructivo se incluirán las actuaciones complementarias y auxiliares necesarias para la puesta en servicio y explotación del tramo, si bien no representan actuaciones sobre el terreno, e incluyéndose las partidas necesarias

en el presupuesto de acuerdo a la normativa vigente e instrucciones de ADIF, tales como:

- Plan de formación, que asegure a los técnicos que se responsabilicen de las tareas de mantenimiento de las instalaciones proyectadas, los conocimientos y habilidades necesarias para realizar sus funciones con total garantía.
- Para la puesta en servicio del tramo objeto del proyecto, según el protocolo de puestas en servicios de ADIF, basado en los requisitos reglamentarios especificados en el Reglamento del Sector Ferroviario, Real Decreto 2387/2004 de 30 de diciembre de 2004.