

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE	
CAPITULO I ANTECEDENTES.....	4
1. ANTECEDENTES.....	5
1.1. ANTECEDENTES.....	5
1.2. RELACIÓN CON OTROS PROYECTOS.....	6
CAPITULO II OBJETO DEL PROYECTO. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	7
2. OBJETO DEL PROYECTO. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	8
2.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	8
2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	8
2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA. INSTALACIONES A PROYECTAR.....	10
2.3.1. Señalización y sistemas de protección.....	10
2.3.2. Telecomunicaciones fijas.....	10
2.3.3. Telecomunicaciones móviles.....	10
2.3.4. Sistemas auxiliares de detección.....	11
2.3.5. Energía.....	11
2.3.6. Edificios Técnicos.....	11
2.3.7. Control de Tráfico Centralizado (CTC).....	11
CAPITULO III DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.....	12
3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES A REALIZAR.....	13
3.1. UBICACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.....	13
3.2. DATOS BÁSICOS.....	15
3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES.....	17
3.3.1. Enclavamientos Electrónicos.....	17
3.3.1.1. ESTW L90.....	17
3.3.1.2. INTERSIG L905 E.....	19
3.3.2. Puestos Locales de Operación.....	22
3.3.3. Sistema de Bloqueo.....	23
3.3.4. Señales.....	24
3.3.5. Sistemas de Detección de Trenes.....	25
3.3.5.1. Circuitos de vía.....	25
3.3.5.2. Contadores de ejes.....	26
3.3.6. Accionamientos de aguja.....	26
3.3.7. Sensores de Rueda.....	27
3.3.8. Sistemas de Protección del Tren.....	27
3.3.8.1. Sistema LZB.....	27
3.3.8.2. Sistema ASFA 200.....	28
3.3.8.3. Transiciones entre los sistemas ETCS y LZB.....	29
3.3.9. Sistemas Auxiliares de Detección.....	29
3.3.9.1. Equipos Detectores de Desprendimientos (EDD o DCO).....	29
3.3.9.2. Detectores de Cajas Calientes.....	30
3.3.10. Cables de Señalización y Energía.....	30
3.3.11. Cajas de Conexión y Armarios.....	30
3.3.12. Canalizaciones y medios de Tendido de Cables.....	30
3.3.13. Edificios y Casetas técnicas.....	31
3.3.13.1. Climatización.....	32
3.3.14. Sistemas de Energía.....	33
3.3.15. Puestos Centrales de CTC y CRC.....	34
3.3.16. Telecomunicaciones Fijas.....	35
3.3.17. Telecomunicaciones Móviles.....	35
3.4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES A REALIZAR.....	35
3.4.1. Instalaciones de seguridad.....	42
3.4.1.1. Enclavamientos y Bloqueos.....	42
3.4.1.1.1. Enclavamientos.....	42
3.4.1.1.2. Bloqueo.....	45
3.4.1.1.3. Puesto local de operación.....	46
3.4.1.1.4. Registrador jurídico (JRU).....	46
3.4.1.1.5. Sistema de ayuda al mantenimiento de los enclavamientos (SAM).....	46
3.4.1.2. Sistemas de detección de presencia de tren.....	47
3.4.1.2.1. Circuitos de vía de audiofrecuencias.....	47
3.4.1.3. Aparatos de vía.....	48
3.4.1.4. Señales.....	48
3.4.1.5. Pantallas fijas de información.....	48
3.4.1.6. Red de cables.....	49

3.4.1.7.	Armarios y cajas de terminales.....	50
3.4.2.	Sistemas de Protección del Tren.....	50
3.4.2.1.	Sistema ASFA.....	50
3.4.2.2.	Sistema ERTMS N2.....	51
3.4.2.2.1	Sistema ERTMS/ETCS nivel 2.....	52
3.4.2.2.2	Transiciones ERTMS.....	54
3.4.3.	Control de Tráfico Centralizado.....	54
3.4.4.	Telecomunicaciones Fijas.....	55
3.4.4.1.	Tendido de cable de fibra óptica.....	55
3.4.4.2.	Equipamiento de comunicaciones.....	55
3.4.5.	Sistemas auxiliares de detección.....	56
3.4.5.1.	Detectores de caída de Objetos (DCO o EDD).....	56
3.4.5.1.1	Concentrador de Detectores de Seguridad.....	56
3.4.5.2.	Otras actuaciones.....	57
3.4.6.	Edificios.....	57
3.4.7.	Obra civil. Red de zanjas y canalizaciones.....	57
3.4.8.	Suministro de energía.....	58
3.4.9.	Levantes, desmontajes y traslados.....	58
3.4.10.	Situaciones provisionales.....	58
3.4.11.	Ingeniería y pruebas.....	63
3.4.12.	Actuaciones complementarias a las instalaciones.....	64
3.4.13.	RAMS.....	64
3.4.14.	Documentación de seguridad e ISA.....	64
3.4.15.	Supervisión de instalaciones.....	64
3.4.16.	Certificación de Interoperabilidad y Pruebas de Interoperabilidad en laboratorio.....	64
CAPITULO IV	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO.....	67
4.	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO.....	68
4.1.	MEMORIA Y ANEJOS.....	68
4.1.1.	Memoria descriptiva.....	68
4.1.2.	Anejos a la memoria.....	68
4.2.	PLANOS.....	68
4.3.	VALORACIÓN ECONÓMICA.....	69

4.3.1.	Presupuestos.....	69
4.3.2.	Ratio total de obras.....	69

CAPITULO V LISTA DE COLABORADORES.....70

5.	LISTA DE COLABORADORES.....	71
-----------	------------------------------------	-----------

CAPITULO VI RESUMEN Y CONCLUSIONES.....72

5.1.	DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.....	73
5.2.	PROPUESTA DE APROBACIÓN.....	73

CAPITULO I ANTECEDENTES

1. ANTECEDENTES

1.1. ANTECEDENTES

La Línea de Alta Velocidad (LAV) Madrid – Sevilla es la primera línea ferroviaria de alta velocidad que se construyó en España. Fue inaugurada en abril del año 1992 y constituyó un hito dentro del sistema ferroviario, que palió las carencias de falta de capacidad de la Red Ferroviaria de Interés General a su paso por Despeñaperros, configurándose en vía doble de ancho estándar europeo de 1.435 mm.

La LAV Madrid – Sevilla tiene una longitud aproximada de 471 kilómetros (km). Se inicia en la estación terminal de Madrid-Puerta de Atocha (PK 0+000) y finaliza en la estación de Sevilla-Santa Justa. Está dotada de los sistemas de protección de tren LZB y ASFA 200, y su diseño permite circular a una velocidad máxima de 300 km/h. Se explota bajo el régimen de Bloqueo de Control Automático (BCA). Este régimen de bloqueo, sobre la base de enclavamientos electrónicos, opera con el sistema LZB, de tecnología Thales.

Desde que fue puesta en servicio la LAV Madrid – Sevilla, se han acometido varias mejoras que han permitido aumentar los niveles de calidad de las instalaciones.

A partir de la LAV Madrid – Sevilla, la red de ferrocarriles de alta velocidad se ha ido extendiendo hacia Toledo, Málaga (vía Córdoba y Antequera) y Cádiz (vía Sevilla).

En el PK 28+184 de la LAV Madrid – Sevilla, se ubica la Bifurcación Torrejón de Velasco, donde se inicia el trazado exclusivo de la LAV Madrid – Levante en dirección a Cuenca y Valencia. La LAV Madrid – Levante tiene su origen en la estación pasante de Madrid-Chamartín y comparte los primeros 28 km con la LAV Madrid – Sevilla entre la estación de Madrid-Puerta de Atocha y Torrejón de Velasco.

Los trenes de alta velocidad que circulan hacia Toledo utilizan la actual infraestructura de la LAV Madrid – Sevilla hasta el PAET de La Sagra, ubicado en el PK 54+091. Aquí se inicia el trazado independiente de plataforma para doble vía en ancho internacional, que da acceso al Ramal La Sagra – Toledo (LAV 020) de unos 21 km de longitud, que fue inaugurado en 2005 y está dotado de los sistemas ERTMS/ETCS, LZB y ASFA. La LAV La Sagra – Toledo se explota también bajo el régimen de BCA.

A la altura del PK 357+947 de la LAV Madrid – Sevilla, en la denominada Bifurcación Málaga AV, se deriva la LAV Córdoba – Málaga (Línea 030 Bifurcación Málaga AV a María Zambrano), que fue inaugurada en 2007.

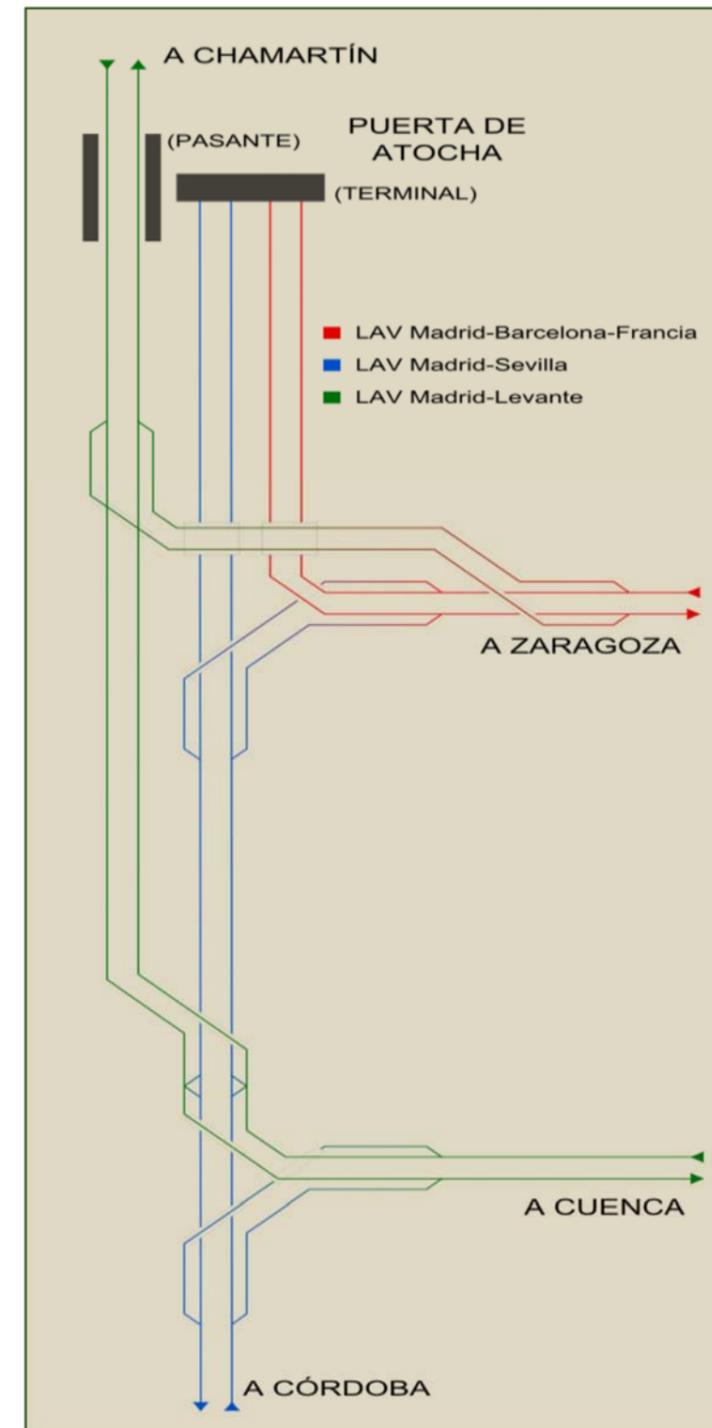


Ilustración 1 Esquema general de Líneas de Alta Velocidad.

Considerando que la LAV Madrid – Sevilla lleva veintisiete (27) años en funcionamiento, se considera que está amortizada y, en consecuencia, el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) ha detectado la necesidad de desarrollar un proyecto de los sistemas de señalización, que defina las necesidades de modernización de las actuales instalaciones de señalización de la LAV Madrid – Sevilla existentes en esta línea.

Por lo tanto, y considerando el Marco Regulador de los encargos a realizar por ADIF Alta Velocidad a INECO, en su calidad de medio propio/empresa asociada, según Circular del presidente de ADIF de 16 de enero de 2017, se redacta el proyecto funcional de renovación de las instalaciones de Señalización, ERTMS, DCOs y Telecomunicaciones Fijas de la LAV Madrid-Sevilla”.

1.2. RELACIÓN CON OTROS PROYECTOS

Este proyecto está relacionado con otros proyectos en realización en el mismo tramo y en tramos adyacentes:

- proyecto funcional para la dotación de segunda capa de GSMR de la LAV Madrid-Sevilla
- proyecto constructivo de infraestructura de Telecomunicaciones y Energía de la LAV Madrid-Sevilla

CAPITULO II
OBJETO DEL PROYECTO. SOLUCIÓN ADOPTADA

2. OBJETO DEL PROYECTO. SOLUCIÓN ADOPTADA

2.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto principal del presente proyecto es el establecimiento de los procesos constructivos, tanto desde el punto de vista técnico, como desde el punto de vista económico, así como la descripción de las instalaciones con el grado de definición suficiente para que se posibilite la licitación, adjudicación realización de proyecto constructivo y ejecución de las obras del "Proyecto Funcional de renovación de las instalaciones de Señalización, ERTMS, DCOs y Telecomunicaciones Fijas de la LAV Madrid-Sevilla" con los siguientes objetivos:

- Renovar instalaciones antiguas para poder mantener el servicio ferroviario mejorando la disponibilidad.
- Incrementar la capacidad de la línea y regularidad en las circulaciones de los trenes.
- Mejorar la seguridad, fiabilidad de las instalaciones
- Racionalización y optimización de la explotación ferroviaria de acuerdo con las necesidades.
- Despliegue del sistema de protección ERTMS N2

Durante las obras se permitirá el movimiento de los trenes con las máximas garantías de seguridad, atendiendo a las directrices determinadas por la Subdirección de Circulación AV.

2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Dada la antigüedad en funcionamiento de la LAV Madrid – Sevilla, se detecta la necesidad de desarrollar un proyecto que permita la modernización de los sistemas de señalización implantados en esta línea. Para ello, se redacta el presente "proyecto funcional de renovación de las instalaciones de Señalización, ERTMS, DCOs y Telecomunicaciones Fijas de la LAV Madrid-Sevilla", que analiza y desarrolla las necesidades de modernización de las instalaciones de señalización recogiendo el alcance de las actuaciones a ejecutar, en función de la vida útil de los sistemas implementados en la actualidad, y los cambios tecnológicos y normativos en relación al diseño y funcionalidad de los equipos y componentes de dichas instalaciones, y, particularmente, del cumplimiento de la normativa de interoperabilidad ferroviaria a nivel europeo.



Ilustración 2 Línea de Alta Velocidad Madrid – Sevilla.

Surge así la necesidad de definir el estado actual de los sistemas implantados en la LAV Madrid – Sevilla, para verificar la necesidad o no de su sustitución.

Se puede concluir lo siguiente:

- Los sistemas de enclavamientos y bloqueos existentes en la LAV Madrid – Sevilla, que son de tipo electrónico y de tecnología ESTW L90 de Thales, llevan instalados veintisiete (27) años, por lo que el avance y los cambios en los componentes en el sector electrónico (considerando que este enclavamiento ya no es suministrado por parte de Thales) trae como consecuencia la falta de repuestos en un futuro.

- Los circuitos de vía de la LAV Madrid – Sevilla, que son de tipo FTG-S de tecnología electrónica, de Siemens. Los equipos de cabina de este tipo de circuitos de vía han sido modernizados por el tecnólogo y se van a dejar de suministrar, por lo que se precisará su sustitución por otros aportados por el mismo tecnólogo, de forma que no sea necesario modificar el equipamiento en campo.
- La señalización luminosa en la LAV Madrid – Sevilla, que, en su origen, era sobre señales de dos focos (rojo, blanco), con aspectos distintos del resto de la red ferroviaria de alta velocidad del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) para las órdenes de señalización, y que fue armonizada con señales altas en los años 2008 y 2009, con los aspectos verde, amarillo, rojo y blanco. No obstante, a dicha armonización, se debe indicar que la funcionalidad actual es diferente a la de otras líneas de alta velocidad españolas. En todo caso, no se considera este aspecto un objetivo del proyecto. Del mismo modo, no es objeto del proyecto la modificación del cantonamiento de la línea.
- El sistema de protección de tren, ya que actualmente está en servicio el sistema LZB, el cual no es un sistema estándar europeo de gestión y control del tráfico de trenes, y, por lo tanto, no es un sistema interoperable a nivel europeo, según viene indicado en la Especificación Técnica de Interoperabilidad (ETI) relativa a los subsistemas de «control-mando y señalización» del sistema ferroviario de la Unión Europea. No obstante, su baja no es objeto de este proyecto. Se mantendrá en servicio junto al nuevo sistema a instalar decidiendo ADIF posteriormente a este proyecto qué hacer con el sistema LZB. Por lo tanto, en el marco del proyecto se precisará la modificación del sistema LZB en función de cómo se vea afectado por las nuevas instalaciones.
- Por ello, se dotará a la línea del sistema de protección ERTMS N2. En las señales laterales luminosas con foco rojo, se descarta la integración de un foco con aspecto azul en las mismas, y se opta por realizar dicha funcionalidad con el foco blanco existente. En definitiva, resultará una funcionalidad similar a la del Córdoba-Málaga (donde se emplea el foco azul tanto para ERTMS como para LZB, según lo indicado en la Consigna experimental nº 52 “Prescripciones particulares para la circulación por la línea de alta velocidad Bif. Málaga- Málaga (ancho UIC)). En la LAV Madrid-Sevilla se utilizará el foco blanco para ambas funcionalidades, por lo que se precisará la definición de una funcionalidad específica que modifique el actual RCF.
- Sistemas auxiliares de detección existentes en la LAV Madrid – Sevilla. El sistema de Equipos Detectores de Desprendimientos (EDD) basado en mallas de cobre, equivalentes a los Detectores de Caídas de Objetos (DCO), se conservará en su equipamiento de malla de detección, sustituyendo el actual armario que comunica por cable de pares con el Telemando de Detectores, por un armario con comunicación por FO que además de comunicar con el Telemando, envíe la información a los enclavamientos, tal y como se exige actualmente. Con respecto al sistema de mallas, se procederá al saneamiento y renovación de éstas.

Respecto al sistema de Detectores de Cajas Calientes (DCC) y su telemando a través del sistema de SCVS de Indra, integrado en el CRC de Madrid-Puerta de Atocha, la única actuación consistirá en llevar las informaciones al Telemando por FO y no por cobre como hasta ahora.
- Puesto Central del Centro de Control y Regulación de Tráfico de Madrid-Puerta de Atocha, así como los dos sistemas de Control de Tráfico Centralizado (de línea y de respaldo). Se prevé la sustitución de los actuales FEC, por nuevos FEC redundados, así como el CTC de respaldo debido a su antigüedad y obsolescencia.
- Asimismo, resulta necesario llevar a cabo un análisis de la disponibilidad de espacio libre existente en los diferentes Edificios y Casetas Técnicas ubicados a lo largo de LAV Madrid – Sevilla donde están albergadas las actuales instalaciones de la línea, ya que se requiere una superficie determinada de espacio para la instalación de cada una de las nuevas instalaciones.
- En cuanto a las instalaciones de Telecomunicaciones, resulta necesario ampliarlas para poder dar el servicio adecuado a las nuevas instalaciones de señalización siguiendo los criterios aplicables en las líneas de alta Velocidad de ADIF.

2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA. INSTALACIONES A PROYECTAR

El objeto del presente proyecto es dotar al trazado indicado en el epígrafe anterior, de las instalaciones de seguridad y de telecomunicaciones, según lo dispuesto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares que regula el presente proyecto, las tiras de bloqueo definidas por el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), esquemas de explotación y la normativa vigente sobre explotación, equipos y normas de montaje.

El proyecto se realiza utilizando las Consignas de Bloqueo Serie A de la LAV Madrid-Sevilla vigentes en el momento de realización del proyecto y elaboradas por ADIF. Las modificaciones que pudieran derivarse de las actuaciones aquí proyectadas requerirán la generación por parte de ADIF de un nuevo programa de explotación del tramo citado con su correspondiente análisis de seguridad, en el que se desarrollen todos los movimientos e incompatibilidades de modo que contemple, minimice o elimine todos los riesgos que puedan exportarse como consecuencia de la realización de este proyecto.

De acuerdo con el objeto del Proyecto y para cumplir los objetivos mencionados, las instalaciones proyectadas son las que se indica a continuación.

2.3.1. Señalización y sistemas de protección

Se prevé la sustitución de los actuales enclavamientos de tipo ENCE ESTW L90 existentes en la LAV Madrid – Sevilla debido a su obsolescencia, por otros nuevos enclavamientos electrónicos de última generación. Se llevará a cabo la sustitución de todos los enclavamientos ESTW L90 a lo largo de la línea (son 11 enclavamientos los que deben ser sustituidos, puesto que el de Torrejón de Velasco es un INTERSIG L905 E). Los nuevos enclavamientos a instalar deberán controlar el sistema LZB existente por lo que será necesario prever los necesarios interfaces serie ENCE-LZB.

Asimismo, se prevé la sustitución de los actuales PLO basados en tableros gráficos por PLO de tipo videográfico con mando por teclado y ratón.

En cuanto a los sistemas de detección de trenes, en la actualidad se encuentran instalados circuitos de audiofrecuencia de tipo FTGS en todo el trayecto. Se precisa la sustitución de los actuales equipos de interior FTG-S existentes en la cabina de los Edificios y Casetas Técnicas ubicadas a lo largo de la LAV Madrid – Sevilla, por otros nuevos equipos de interior denominados TCM 100 de circuitos de vía de audiofrecuencia, compatibles con los actuales equipos de campo de circuitos de vía FTG-S en servicio. Dado que el equipamiento actual de campo es compatible con los nuevos equipos de interior, se asume que la actuación consistirá únicamente en sustituir los equipos de cabina de circuitos de vía y no se propone la instalación de circuitos de vía de otras tecnologías debido al impacto que tendría sobre la vía.

No se prevé la actuación en sistemas de campo, con la excepción de la sustitución de las señales de avanzada que no están instaladas a distancia de frenado. En este caso, la sustitución se realizará utilizando señales de fundición gris con focos LED, similares a las actualmente instaladas.

Con respecto a detección de tren, no se prevén cambios en los sistemas LZB y ASFA analógico. En las señales de avanzada que deben ser desplazadas por distancia de frenado se instalará ASFA con interfaz

antiperturbaciones y baliza digital. Esta actuación no afecta al sistema LZB, dado que las señales de avanzada no disponen de foco rojo.

En todo caso, se debe verificar que la realización de transiciones de nivel no implica la instalación de nuevas señales con la consiguiente modificación de circuitos de vía, porque dicha circunstancia sí que afectará al sistema LZB.

Es objeto del proyecto, asimismo, la instalación del sistema ERTMS N2 en toda la línea, así como en el ramal La Sagra-Toledo. El sistema estará dotado de la funcionalidad “Stop if in SR” mediante la instalación de una baliza cableada con interfaz C en todas las señales dotadas de aspecto rojo, así como LEU Controller en cabina y LEU en cabina o en armario de intemperie en el caso de que se opte por el sistema centralizado/distribuido. Se deberán prever, asimismo, las transiciones entre este sistema y los existentes.

No se prevé la instalación del sistema ASFA digital. Se dotará de interfaz antiperturbaciones analógico junto con baliza aSFA digital a las nuevas señales que se precise instalar.

No es objeto del proyecto la sustitución de los accionamientos de motores actuales.

2.3.2. Telecomunicaciones fijas

Para posibilitar el acceso a las redes y servicios de telecomunicaciones en todos los emplazamientos de la línea que así lo necesiten, se deberá disponer de una infraestructura de cables de fibra óptica como medio de transmisión a lo largo de la línea. Actualmente se dispone de los siguientes cables de fibra:

- Entre Atocha y Bifurcación Torrejón de Velasco existen dos cables de 96 fo de la LAV Madrid – Levante
- Entre Adamuz y Sevilla está prevista la instalación de un nuevo cable de 96 FO por vía 1 (proyecto en curso por parte de ADIF)

Para completar esta infraestructura de cables de fibra óptica, se prevé el tendido de dos nuevos cables de 96 F.O. distribuidos de la siguiente forma:

- Vía impar: un cable de 96 fibras ópticas en el tramo Torrejón de Velasco - Adamuz
- Vía par: un cable de 96 fibras ópticas en el tramo Torrejón de Velasco - Sevilla

Estas actuaciones no son objeto de este proyecto, sino del proyecto constructivo de infraestructura de Telecomunicaciones y Energía de la LAV Madrid-Sevilla. Por otra parte, se prevé la instalación de nuevo equipamiento de Telecomunicaciones Fijas IP/MPLS en los Edificios Técnicos y equipamiento de red IP en Edificios, Casetas y resto de emplazamientos de la línea donde se necesite el acceso a este tipo de red.

Asimismo, se prevé la instalación de equipamiento de Videovigilancia, Control de Accesos y Anti Intrusión en Edificios, Casetas y resto de emplazamientos de la línea donde se necesite este tipo de instalación.

2.3.3. Telecomunicaciones móviles

Se prevé la dotación de una segunda capa de GSMR a la línea existente.

Los equipos de la segunda capa se Instalarán en la misma ubicación física que la capa existente, compartiendo ubicación. Asimismo, se compartirán los mástiles y los sistemas radiantes.

Estas actuaciones no son objeto de este proyecto, sino del proyecto funcional de dotación de la segunda capa de GSM-R de la LAV Madrid-Sevilla.

Será preciso adaptar la capa existente para verificar el cumplimiento de la ETI CMS reglamento 2016/919 y su modificativo 2019/776. Las actuaciones de renovación del equipamiento de la capa existente no son objeto de este proyecto, sino que se contemplan dentro del alcance del contrato de Mantenimiento de la línea.

2.3.4. Sistemas auxiliares de detección

Los actuales armarios de los detectores de caída de objetos (DCO o EDD) están comunicados mediante cable de cobre con el sistema SCVS integrado en el CRC de Atocha de los detectores de caída de objetos

Es objeto del proyecto la sustitución de estos armarios por nuevos armarios que se comuniquen mediante cable de fibra óptica, por una parte, con el sistema SCVS y por otra parte con el enclavamiento en cuyo ámbito se encuentran ubicados, dado que los enclavamientos deben recibir la información de los DCO. Asimismo, se procederá al saneamiento de las mallas de estos sistemas de detección.

Esta actuación se realizará en los años 5 a 8 de la actuación prevista, por lo que los enclavamientos (que son instalados en los años 1 a 4) deberán tener implementada la función relativa a la admisión de información de DCO, ya en su versión inicial para evitar modificar el software en esta nueva fase.

Con respecto a detectores de cajas calientes (DCC) los pedales antiguos RSR122 han sido sustituidos por pedales RSR123 en el tramo Madrid-Brazatortas y se prevé su sustitución en labores de mantenimiento en el tramo Brazatortas-Sevilla. La única actuación prevista es la conexión a la RUSD y a la RAD, por lo que se deberán añadir nodos de ambas redes más las correspondientes segregaciones de FO. El Detector de Cajas Calientes, DCC se comunica con protocolo TCP/IP con tarjeta de red con interface RJ45. (es un PC industrial con un SW específico)

2.3.5. Energía

Es objeto del proyecto dotar a la LAV Madrid-Sevilla de doble línea de 750 V (una por cada lado de la plataforma) para acometida de energía a los elementos de campo. Las líneas dispondrán de un diseño de tipo telescópico, no pudiendo alimentarse el tramo completo entre dos estaciones desde una de ellas.

El objetivo es alimentar desde cada edificio a los elementos de campo de su ámbito, alimentado con cada línea a los elementos que están dispuestos en el lado de plataforma por el que transcurre cada cable. La única excepción serán las BTS de GSMR en las que, dado el diseño a implantar (doble capa, instalando la segunda capa en la misma ubicación que la existente), se alimentará a la ubicación desde las dos líneas suministrando el total de la potencia de las dos BTS de la ubicación, asumiendo que no se suministrará la potencia de carga de baterías, dado que se asume que, al ser la acometida doble, improbable la descarga de las baterías.

Se deberá suministrar igualmente transformadores elevadores 230/750 V en todos los edificios técnicos suministradores para cada una de las cuatro líneas (dos por sentido y lado de la plataforma), así como SAIs de la potencia adecuadas para cada una de las líneas.

2.3.6. Edificios Técnicos

Las actuaciones previstas en edificios técnicos se circunscriben a la instalación de aire acondicionado y rehabilitación de aseos y vestuarios.

En algunos casos específicos (Ciudad Real, La Sagra, Puertollano), se construirán nuevas cabinas para almacén junto al edificio actual, de modo que se puedan liberar espacios para instalación de equipos nuevos.

2.3.7. Control de Tráfico Centralizado (CTC)

Es objeto del proyecto el suministro de nuevos FEC redundantes para los CTC tanto de línea (integrado en el CRC atocha) como de respaldo.

Asimismo, dada su obsolescencia, será sustituido el CTC de respaldo de tecnología Thales por un nuevo CTC (controlador de PLOs) que realice la función de CTC de respaldo.

CAPITULO III
DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES A REALIZAR

3.1. UBICACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

El Proyecto se desarrolla sobre la actual Línea de Alta Velocidad (LAV) 010 Madrid-Puerta de Atocha a Sevilla-Santa Justa (comúnmente conocida como LAV Madrid – Sevilla) que sirve de soporte para el servicio ferroviario de alta velocidad entre Madrid y Sevilla.

Esta línea que está constituida por vía doble electrificada, en corriente alterna, dotada del sistema de electrificación 1x25 kV ca, 50Hz.



Ilustración 3 LAV Madrid – Sevilla.

La LAV Madrid – Sevilla se explota con el sistema de bloqueo de tipo BCA, con Conducción Automática de Trenes, para los trenes de alta velocidad equipados con el sistema LZB. Dicho sistema se apoya en enclavamientos y bloqueos electrónicos para el establecimiento de los movimientos y los bloqueos entre estaciones.

En las circulaciones no equipadas con LZB, la protección automática de trenes se realiza mediante balizas del sistema de Anuncio de Señal y Frenado Automático (ASFA), en este caso el ASFA-200.

La LAV Madrid – Sevilla discurre por las Comunidades Autónomas de Madrid, Castilla-La Mancha y Andalucía. A lo largo de esta línea existen cinco (5) Estaciones comerciales: Madrid-Puerta de Atocha, Ciudad Real, Puertollano, Córdoba y Sevilla-Santa Justa.

La LAV Madrid – Sevilla incluye, asimismo, estas Bifurcaciones:

- By-pass Los Gavilanes, que sirve de enlace entre la LAV Madrid-Puerta de Atocha a Sevilla-Santa Justa y la LAV Madrid – Barcelona.
- Bifurcación Torrejón de Velasco, que sirve de enlace entre la LAV Madrid-Puerta de Atocha a Sevilla-Santa Justa y la LAV Madrid – Levante.
- En el PAET de La Sagra, se enlaza el Ramal La Sagra – Toledo.
- Bifurcación Málaga, que une la LAV Madrid – Sevilla con la LAV Córdoba – Málaga.

Las dependencias que se encuentran en la línea, con referencia a su punto kilométrico oficial (según la línea a la que pertenecen), son las indicadas en la tabla siguiente:

ENCLAVAMIENTO ELECTRÓNICO	DEPENDENCIA / EMPLAZAMIENTO	PK
Atocha	Estación Madrid-Puerta de Atocha	0+000
	Caseta 0	8+675
Atocha II	PB Los Gavilanes	14+272
	PB Parla AV	24+499
Bif. Torrejón de Velasco	Bifurcación Torrejón de Velasco	28+814
	PB Yeles	35+307
La Sagra	Caseta 1	45+428
	PAET La Sagra	53+729
	Caseta 2	63+831
	PB Ablates	73+727
	Caseta 3	81+460
Urda	PAET Mora y Orgaz	89+545
	Caseta 4	96+431
	PB Los Yébenes	104+869
	Caseta 5	112+633
	PAET Urda	119+749
Ciudad Real	PB El Emperador	130+138
	Caseta 6	140+439

ENCLAVAMIENTO ELECTRÓNICO	DEPENDENCIA / EMPLAZAMIENTO	PK
	PB Malagón	149+617
	Caseta 7	160+637
	Estación Ciudad Real	170+747
	Ciudad Real-C	175+247
	Caseta 8	183+500
	PAET Calatrava	196+470
Puertollano	Estación Puertollano	209+753
	Caseta 9	218+024
Brazatortas	PB Brazatortas	225+430
	Caseta 10	234+356
	PAET Venta de La Inés	244+472
	Caseta 11	255+696
	PAET Conquista	267+336
	Caseta 12	276+257
Córdoba I	PAET Villanueva de Córdoba	285+206
	PB Arroyo del Valle	293+957
	Caseta 13	306+054
	PB Adamuz	317+782
	Caseta 14.0	330+453
	Caseta 14.1	341+252
Córdoba II	Estación Córdoba	345+167
	Caseta 15	354+649
	Bifurcación Málaga AV	358+163
	PB Almodóvar del Río	362+919
	Caseta 16	376+180
Córdoba III	Caseta 16	376+180
	PAET Hornachuelos	387+302
	Caseta 17	397+087
	PB Peñaflor	408+927

ENCLAVAMIENTO ELECTRÓNICO	DEPENDENCIA / EMPLAZAMIENTO	PK
Majarabique	Caseta 18	417+482
	PAET Guadajoz	426+142
	Caseta 19	434+902
	PB Cantillana	442+720
	Caseta 20	451+710
	PAET Majarabique	460+462
	Estación Sevilla-Santa Justa	470+494

Tabla I Dependencias de la LAV Madrid – Sevilla.

Los dos Puestos Centrales de Control de Tráfico Centralizado (CTC), principal (o de línea) y de respaldo, de la LAV Madrid – Sevilla se encuentran instalados en el Edificio del Centro de Regulación y Control (CRC) de Madrid-Puerta de Atocha.

El CTC principal está integrado en el CRC, al igual que los demás telemandos que controlan los sistemas de transmisión, y los telemandos de detectores y de energía dentro de dicha línea.



Ilustración 3 Puesto de Mando Central de Madrid-Puerta de Atocha.

En el mismo Edificio y en una Sala anexa a la del CRC de Madrid-Puerta de Atocha, se encuentra instalado, asimismo, un CTC de respaldo, que es el CTC que originariamente era el principal, pero actualmente no

está integrado en el CRC.

3.2. DATOS BÁSICOS

Para la redacción del presente proyecto, se han tomado como base los siguientes datos y documentos:

a) Programa de explotación:

Para el desarrollo de las instalaciones de seguridad (enclavamientos, bloqueos, etc.) telecomunicaciones y energía, así como su correspondiente telemando, se ha tomado como documento de partida los siguientes documentos:

- Esquemas de señalización de las Consignas Serie A:
 - NEC 105, versión 7, de fecha 21/11/2011 (esquema de Madrid Pta. de Atocha, versión 4, de fecha 15/11/2011)
 - 3000, versión 3, 29/03/2019 (esquema de Bif. Torrejón de Velasco, versión 5, 26/11/2018)
 - NEC 122, versión 6, 21/11/2011 (esquema de La Sagra, versión 1, 15/11/2011)
 - NEC 106, versión 3, 10/08/2009 (esquema de MOCEJON, versión 2, 02/07/2009)
 - NEC 106, versión 3, 10/08/2009 (esquema de TOLEDO, versión 2, 02/07/2009)
 - NEC 126, versión 1, 19/06/2009 (plano S52.0115.0084, Urda AVE, edición 3, 22/06/2009)
 - NEC 125, versión 1, 13/05/2009 (plano S52.0120.0084, Ciudad Real AVE, edición 5, 13/05/2009)
 - NEC 124, versión 1, 30/04/2009 (plano S52.0124.00tira, ENCE Puertollano, edición 1, 27/05/2008)
 - NEC 123, versión 1, 12/01/2009 (plano S52.0126.0084, Brazatortas AVE, edición 3, 27.01.2009)
 - NEC 120, versión 4, 10/08/2009 (plano S52.0137.0084, CORDOBA I AVE, edición 6, 13/11/2008)
 - NEC 119, versión 3, 10/08/2009 (plano S52.5340.0084, Cordoba II AVE, edición 5, 19/09/2008)

- NEC 118, versión 2, 10/08/2009 (plano S52.9371.0084, CordobaIII AVE, edición 2, 26/06/2008)
- NEC 117, versión 1, 10/08/2009 (plano S52.0146.0081, MAJARABIQUE AVE, edición 3, 17/06/2008)

En la realización del proyecto se precisa la modificación de las consignas citadas para contemplar diversas actuaciones:

- el desplazamiento de las señales de avanzada hasta distancia de frenado en diversas estaciones de la línea,
- instalación de baliza ERTMS en señales con aspecto rojo para la funcionalidad "stop if in SR".
- Instalación de señales con foco rojo para realización de transiciones de nivel

Por lo tanto, el actual programa de explotación deberá ser modificado y validado por ADIF de forma que se recojan adecuadamente las modificaciones objeto de este proyecto.

Por lo tanto, es necesario indicar que el proyecto se realiza, analizando las tiras de explotación recibidas de ADIF y adaptándolas a los requisitos técnicos de los proyectos a realizar.

Esta solución proyectada necesitará, para su plasmación en obra, la elaboración por parte de ADIF de programas de explotación que sitúen definitivamente los elementos de señalización sobre la vía, eliminando asimismo los riesgos que puedan venir derivados de la solución proyectada.

Será necesario previamente a la realización de las obras que emanan de este proyecto, la generación por parte de ADIF de un programa de explotación del tramo con su correspondiente análisis de seguridad, de modo que se desarrollen todos los movimientos e incompatibilidades, así como cambios significativos de velocidad permanentes debidos a LTVs, de tal forma que contemple, minimice o elimine todos los riesgos que puedan exportarse como consecuencia de la realización de este proyecto, tanto en las situaciones provisionales como definitivas.

b) Normas de Explotación y Seguridad:

Para la realización de este Proyecto se han tenido en cuenta principalmente las siguientes normas de ADIF:

- Documentos relativos a la interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad de acuerdo a la Directiva 2008/57/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 2008, sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Comunidad.
- Normas y Proyecto de normas emitidas por el Comité Europeo de Normalización Electrónica (CENELEC).

- Requisitos técnicos y funcionales de ADIF respecto a la explotación y seguridad ferroviaria:
 - 03.432.800 sobre Explotación y Seguridad de Enclavamientos Eléctricos
 - 03.432.806 de Explotación y Seguridad de Bloqueos, de abril de 1998.
 - 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
 - Reglamento de Circulación ferroviaria, de 17 de julio de 2015 RD 664/2015
 - el documento de ADIF NTC 020.95 Distancias entre señales.
 - Norma de Sistemas Videográficos para enclavamientos y telemandos SV-01.
 - Norma NRS-01 funcional y técnica para los Sistemas de Control de Tráfico Centralizado (CTC), de octubre de 1.999.
 - Norma NRS-02 funcional del Interface de usuario para Operadores y Supervisores de Control de Tráfico Centralizado (CTC), de octubre de 1.999.
 - Especificaciones Técnicas y Normas de ADIF, referidas a Instalaciones de Seguridad que han de cumplir todos los equipos y elementos a instalar.
- Especificaciones técnicas que han de cumplir todos los equipos y elementos a instalar y normas de montaje que han de cumplimentarse en la ejecución de las instalaciones.
- Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (U.I.T., anteriormente CCITT).
- Recomendaciones del Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR).
- Normas ADIF de suministro, montaje de elementos y equipos, que han de cumplimentarse en la ejecución de las Obras e instalaciones proyectadas
- Normas 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.

c) Toma de datos:

Con el fin de obtener los datos necesarios sobre las características de las estaciones y trayectos, se ha llevado a cabo, sobre el terreno, las siguientes operaciones:

- Estudio de las instalaciones existentes, cuya descripción se recoge en el punto 3.3 de la presente memoria.
- Localización de la situación y estado de las cabinas de equipos técnicos actuales, y de locales disponibles en las estaciones, para evaluar su aprovechamiento.

Una vez estudiadas las normas y datos recogidos, se ha procedido a realizar las siguientes operaciones:

- Replanteo de la situación de los elementos a instalar, así como la comprobación de las condiciones de seguridad establecidas.
- Determinación de la solución más adecuada para la ubicación en los locales técnicos de los equipos de señalización y de comunicaciones.
- Determinación de la traza de la red de canalizaciones y zanjas evaluando las dificultades para su realización.
- Determinación del suministro de energía necesario, en las estaciones y trayectos para las instalaciones a proyectar.

d) 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.

3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

La Línea de Alta Velocidad Madrid – Sevilla está dotada de doble vía UIC de 1.435 mm de ancho, electrificada en corriente alterna monofásica a 1x25 kV, 50 Hz, con una velocidad máxima permitida de 300 Km/h.

En los siguientes apartados se describen las instalaciones de señalización y protección de tren existentes a lo largo de dicha línea.

3.3.1. Enclavamientos Electrónicos

La LAV Madrid – Sevilla está controlada y supervisada por enclavamientos electrónicos (ENCE) de tipo ESTW L90, de tecnología Alcatel SEL (Thales, en la actualidad), a excepción de la Bifurcación Torrejón de Velasco que se gobierna mediante un ENCE de tipo INTERSIG L905 E, de tecnología Alcatel Automatización del Transporte (Thales, en la actualidad).



Ilustración 4 ENCE tipo ESTW L90 de Sevilla-Santa Justa.

En La Sagra existe, por un lado, un ENCE de tipo ESTW L90 para controlar y supervisar el ámbito entre los PK 52+649 y 64+186 perteneciente a la LAV Madrid – Sevilla y, por otro lado, un Controlador de Objetos Vitales dependiente del ENCE de Toledo, de tecnología Siemens (antigua Dimetronic), para controlar y supervisar el Ramal La Sagra – Toledo.



Ilustración 5 Controlador de Objetos Vitales de La Sagra.

Todos los enclavamientos electrónicos (ENCE) se encuentran instalados en la cabina de enclavamiento de los correspondientes Edificios Técnicos de la línea, y se gobiernan de dos formas posibles: desde el Puesto de Mando Central de CTC de Madrid-Puerta de Atocha o desde el Puesto de Mando Local existente en la propia dependencia (Estación, PAET, etc.).

3.3.1.1. ESTW L90

Los ENCE de tipo ESTW L90 tienen estructura modular y arquitectura redundante de microprocesadores (configuración de sistema 2 de 3). La seguridad de los correspondientes módulos del ENCE radica en un proceso múltiple en tres canales independientes de ordenador y conectados en paralelo con comparación del software. Cada ordenador compara el resultado de los ordenadores adyacentes con sus propios resultados. En función de la comparación entre los ordenadores implicados, se desconecta al ordenador defectuoso y se escogen los canales de ordenador a conectar a los periféricos. Esta selección es mandada de manera apropiada por los ordenadores.

Los interfaces en serie de un módulo hacia los módulos adyacentes del ENCE están aislados galvánicamente y son de diseño redundante (canal A y canal B) para evitar la avería de un módulo en caso de fallo de portadores de tarjetas o conexiones individuales. En función de las informaciones de comparación de los distintos ordenadores, se realiza una selección en el portador de tarjetas para el módulo de lógica 2 de 3, mediante una lógica de conmutación, que decide qué interface serie de los tres ordenadores emite. Así, el ordenador que corresponda se conectará a la línea de transmisión en serie.

Los principales módulos hardware que componen cada uno los ENCE de tipo ESTW L90 son:

- Módulo de Seguridad (MS). Es la unidad central del ENCE que procesa los algoritmos del software de la lógica principal del enclavamiento, y ordena y asegura el establecimiento de

las rutas y maniobras de los trenes en su ámbito de control, distribuido en varias dependencias mediante los módulos de mando de elementos (MME).

El MS proporciona la información necesaria al sistema LZB para que éste lleve a cabo las funciones de control y protección de los trenes que circulen por la línea. Sirve de enlace con el módulo de acoplamiento KOB para hacer de interfaz con la central de mando del sistema LZB.

El MS dispone de interfaces en serie y en paralelo, interface de carga y de diagnóstico.

El MS está diseñado como un sistema de tres ordenadores con comparación del software. De los tres ordenadores equivalentes, de igual orden, se utilizan cíclicamente dos de ellos para la salida. El tercer canal de ordenador sirve de reserva "caliente" y se conecta inmediatamente en el caso de que falle un ordenador. Esta conexión se efectúa, en función de los resultados de la comparación de los 3 ordenadores en el portador de tarjetas para el módulo de lógica 2 de 3.

- Módulo de Mando de Elementos (MME), para el mando y la supervisión de los elementos de campo (señales, circuitos de vía, etc.) y aparatos de vía (accionamientos de aguja, etc.) situados en una determinada zona en campo, así como para la realización de interfaces con otros equipos de seguridad y la adaptación de bloqueos. El MME concentra la información de los elementos de campo y aparatos de vía de su entorno y de los bloqueos asociados.

El MME sirve de convertidor serie/paralelo entre el MS y los equipos exteriores de vía. El MME recibe órdenes y activa las señales de control para el mando de los elementos de campo y aparatos de vía. Y realiza funciones de supervisión para asegurar que los elementos de campo y aparatos de vía de su entorno se encuentran en el estado esperado.

Los MME están ubicados en distintos emplazamientos a lo largo de su área de influencia. Los MME existentes en cada dependencia se comunican con la unidad central (MS) del ENCE al cual dependen, pudiendo el enclavamiento controlar tanto los MME ubicados en su mismo emplazamiento como los MME instalados en dependencias alejadas.

El MME está diseñado como un sistema de tres ordenadores con comparación del software, al igual que el MS.

El ENCE de tipo ESTW L90 tiene capacidad para controlar hasta 4 MME.

- Módulo de Control de Monitores (MCM). Procesa los datos provenientes del MME en dos ordenadores independientes entre sí y calcula el estado actual de los elementos de campo. El MCM, a su vez, se conecta con el MOI.

El MOI dispone de interfaces en serie y en paralelo, interface de carga y de diagnóstico.

A través del MCM, se representan las imágenes, referentes a las órdenes e indicaciones, sobre los monitores videográficos existentes en el PLO.

El MCM tiene capacidad para controlar hasta cuatro monitores. Está equipado con tarjetas para la conmutación de monitores y con tarjetas para la generación y conmutación de imágenes. Se utilizan cables coaxiales para las señales de vídeo y, al conmutarse señales RGB (Rojo, Verde, Azul), dispone de una tarjeta de conmutador de vídeo por cada uno de los tres colores, para cada uno de los monitores.

- Grupo de Mando de Agujas, para el mando y la supervisión de los accionamientos de aguja. Los circuitos de seguridad para tal fin se realizan con relés de señalización, utilizando 4 hilos.



Ilustración 5 Bastidores de grupos de relés para mando de agujas.

- Módulo de Operación e Indicaciones (MOI). Es el elemento central de operación e introducción del ENCE. En el MOI se introducen tanto las entradas en paralelo, como las

entradas a través de interfaces serie como teclado y tablero gráfico, comprobándose su sintaxis, tratándolas y avisando a los módulos adyacentes (MS y MCM).

Para la conexión entre el MOI y los periféricos de entrada y salida se utiliza un portador de tarjetas para adaptación, instalado en el PLO, y un cable multipolar conecta un distribuidor en el MOI y en el puesto de trabajo, para enlazar el ordenador con dicho portador de tarjetas.

El MOI dispone de interfaces en serie y en paralelo, interface de carga y de diagnóstico. Se utilizan interfaces serie para su conexión con los módulos adyacentes del ENCE, así como con el monitor de control, la impresora de averías y la placa de alarma. Por razones de disponibilidad, los interfaces del MOI al MS están realizados por líneas de datos redundantes en serie. Sin embargo, no son redundantes los interfaces para el mando y la introducción desde los dispositivos de entrada/salida (tablero gráfico, teclado, monitor de control e impresora).

El MOI está diseñado como un sistema de tres ordenadores, al igual que el MS.

Recibe las correspondientes indicaciones desde el MS y las órdenes del operador dadas desde el tablero gráfico, así como los impulsos de reloj y manejo de la hora. Supervisa los canales de indicaciones y envía las indicaciones al MCM y a la impresora de averías.

El MOI actúa como un módulo de interface de CTC para permitir el telemando del ENCE desde puestos remotos, a los que transmiten la información necesaria para la representación de elementos y aparatos de vía en un sistema videográfico de mando central.

- Control Electrónico de Señales (CES). Este módulo se utiliza para controlar el encendido de focos de señales. Recibe sus órdenes del MME.

Cada MME puede servir hasta tres unidades CES. El MME registra cíclicamente los estados actuales de las señales, transmitidos por el CES, y los comunica con el MS de orden superior.

Los armarios donde se alojan los módulos del ENCE están puestos a tierra y disponen de protección al contacto y de buen apantallamiento contra perturbaciones exteriores.

Actualmente se utilizan chip-cards para la carga de datos de software del ENCE de tipo ESTW L90, y, de manera excepcional, se emplean disquetes (floppy disk) para la carga específica de datos de mantenimiento en PDP, en los casos de configuraciones especiales y chequeos de problemas.

La diagnosis de los ENCE de tipo ESTW L90 se realiza únicamente de manera local, y no disponen de Unidad de Registrador Jurídico (JRU) para enclavamiento.

3.3.1.2. INTERSIG L905 E

El sistema INTERSIG L905 E es un ENCE de última generación, tiene una arquitectura redundante de microprocesadores (configuración de sistema 2 de 3) con interfaces de comunicación redundantes entre módulos, y ofrece una alta disponibilidad y un máximo nivel de seguridad.

La arquitectura redundante del sistema garantiza que el fallo en una unidad de microprocesadores no afecta a la continuidad del funcionamiento de las dos unidades restantes, sin que los niveles de seguridad y funcionalidad se vean afectados.

El ENCE de tipo INTERSIG L905 E dispone de un proceso de recuperación automática o manual (por intervención de personal de mantenimiento) de la unidad averiada.

La rápida reparación/recuperación de una unidad de microprocesador permite reducir el tiempo de servicio en régimen de sistema 2 de 2, así como mantener una ínfima probabilidad de que se produzca un fallo total del sistema.

En el caso de necesidad de reparación, ante imposibilidad de recuperación automática de la unidad averiada, el sistema proporciona un diagnóstico de seguimiento, para la localización de la avería.

Para garantizar la máxima disponibilidad en la explotación, la distribución de los elementos en los diferentes módulos de control de elementos se relaciona con la topología de la instalación, de manera que el fallo de uno de ellos permita la continuidad de operación en el resto de la explotación.

El ENCE de tipo INTERSIG L905 E está diseñado de forma modular, tanto a nivel hardware como a nivel software, utilizando componentes que permiten una fácil adaptabilidad a los futuros avances tecnológicos.

La arquitectura del software es independiente del hardware, lo cual garantiza la portabilidad y adaptabilidad del software a plataformas hardware con nuevas tecnologías, sin necesidad de ninguna modificación ni validación del software básico ni del de aplicación del ENCE, aumentando así su vida útil.

Dispone de diagnosis local y remota, así como de un registro de información de diagnosis.



Ilustración 6 Bastidor del INTERSIG L905 de Bifurcación Torrejón de Velasco

Los principales módulos hardware que componen el ENCE de tipo INTERSIG L905 E son:

- Módulo de Lógica de Enclavamiento (IM). Es el núcleo principal del sistema. Contiene la Unidad Central de Proceso del enclavamiento. Realiza la lógica del enclavamiento y establecimiento de bloqueos, y lleva a cabo las funciones de seguridad necesarias, controlando y supervisando de forma segura los elementos de campo. Desempeña, también, las tareas principales siguientes:
 - Interfaz redundante con el Módulo de Operación e Indicación y con los Módulos de Control de Elementos.
 - Tratamiento de mandos procedentes del Módulo de Operación e Indicación o de los Puestos remotos.
 - Tratamiento de las entradas y salidas discretas validadas por el Módulo de Control de Elementos.
 - Comprobación y disponibilidad de los elementos de los itinerarios y maniobras.
 - Enclavamiento de elementos del itinerario o maniobra.
 - Comprobación de itinerarios y maniobras incluidos protección de flanco y deslizamiento.

- Determinación y supervisión de itinerarios y maniobras.
 - Reacción ante cambios de estado de los elementos de itinerarios y maniobras.
 - Disolución de itinerarios y maniobras.
 - Transmisión de indicaciones desde el Módulo de Control de Elementos hasta el Módulo de Operación e Indicación y hacia los Puestos remotos.
 - Procesamiento de los mandos especiales.
 - Formación automática de itinerarios y vuelta automática
- Módulo de Operación e Indicación. La interacción entre el operador de una instalación y los elementos de campo se realiza a través de este módulo (OM). Mediante este módulo, el operador es capaz de visualizar el estado de los elementos y de realizar mandos que controlen dichos elementos. Este módulo realiza las funciones de:
 - Interfaz hombre-máquina. Recibe mandos de los dispositivos de entrada (teclado, tablero y ratón) y envía estos mandos al IM. Asimismo, recibe indicaciones del IM (estado de elementos, información de diagnosis, fecha y hora, etc.) y envía las indicaciones a los dispositivos de salida del ENCE (monitores videográficos, avisos acústicos, etc.).
 - Control de zona por medio de uno o varios módulos de enclavamiento, correspondiendo al control de una o varias dependencias desde un puesto de mando.
 - Almacenamiento de información de diagnosis (órdenes locales, órdenes remotas, cambios de estado de los elementos de campo, indicaciones de energía e informaciones globales relevantes desde el punto de vista de la seguridad). Envía los ficheros de información al módulo de diagnosis.
 - Módulo de Control de Elementos (EC). Es responsable de la interfaz tanto física como lógica de los elementos de campo hacia el IM.

Este módulo elabora de forma segura la información que recibe del IM y de los elementos de campo. Las órdenes generadas por el IM se transmiten a través de una red de área local redundante al EC, donde se comprueban y se transmiten a través de un sistema de

doble canal hacia los elementos del equipo exterior. De manera análoga, existen canales de comunicación entre los circuitos de entrada del EC y el IM.

Las funciones más relevantes de este módulo son las siguientes:

- Recibir y procesar los mandos recibidos del IM, enviando dichos mandos hacia las tarjetas electrónicas que controlan los elementos de campo (agujas, circuitos de vía, señales, etc.). Actúa como interfaz redundante con el IM.
 - Enviar al IM los cambios de estado de los elementos de campo.
 - Supervisión de los equipos de energía.
 - Tratamiento de la diagnosis asociada a las tarjetas de control de elementos.
 - Tratamiento de la diagnosis de los elementos de campo.
 - Tratamiento de fallos y/o averías de elementos y/o tarjetas de control de elementos.
- Módulo de Diagnosis (DM). Este módulo realiza, entre otras, las siguientes funciones:
 - Presentar al personal de mantenimiento toda la información de diagnosis, facilitando la tarea del mantenimiento, tanto preventivo como correctivo. El DM trata la información para permitir al personal de mantenimiento el seguimiento de averías.
 - Presentar los estados actuales y memorizados de los elementos de campo, rutas, etc.
 - Establecer la comunicación con los distintos módulos del ENCE, capturando la información necesaria para la diagnosis.
 - Permitir la introducción de órdenes para realizar peticiones de información detallada.
 - Presentación de la información recibida.
 - Generación de documentación.

El DM dispone también de los correspondientes programas para la visualización de los registros correspondientes del sistema. El sistema de diagnosis puede utilizarse desde un puesto de mando local o desde un puesto de mando remoto.

El DM se conecta al resto de los módulos del ENCE que proporcionan información de diagnosis a través de una interface serie. A través de dicha interface recibe la información de diagnosis, que consiste principalmente en:

- Registro sistemático de los cambios de estado de los elementos del campo
- Alarmas del enclavamiento.
- Averías y anomalías de funcionamiento
- Registro de errores
- Ficheros necesarios para la reconstrucción de secuencias de tráfico
- Bases de datos de estadísticas.

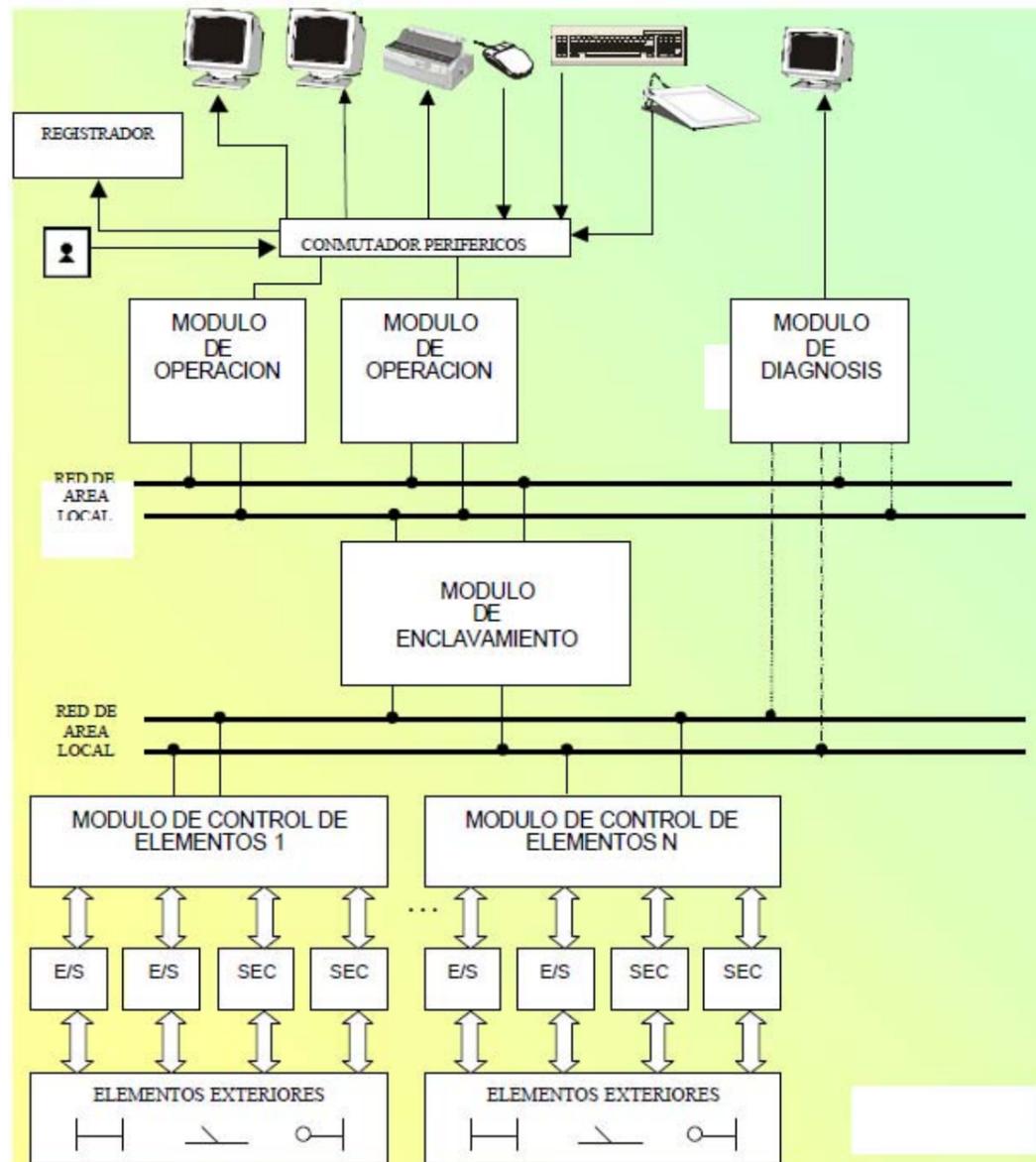


Ilustración 7 Diagrama de bloques del ENCE de tipo INTERSIG L905.

El software del INTERSIG L905 E tiene una estructura modular que permite una adaptación óptima a las diferentes funcionalidades requeridas por un enclavamiento electrónico. Esta estructura modular permite que ampliaciones del software debido a modificaciones o a nuevas funcionalidades no impliquen modificar todo el sistema.

El sistema de alimentación que proporciona el suministro de energía al ENCE de tipo INTERSIG L905 E está diseñado para cumplir con las exigencias eléctricas del enclavamiento, garantizando la separación galvánica entre los módulos conectados a tierra y los que no lo están.

Existe un ENCE tipo INTERSIG L905 E en el Edificio Técnico de Bifurcación Torrejón de Velasco.

En el Edificio Técnico denominado PK 0, situado en el PK 0+000 de la Línea de Alta Velocidad Córdoba – Málaga, coincidente con el PK 357+947 de la LAV Madrid – Sevilla existen equipos de señalización que sirven de enlace entre ambas líneas, en concreto entre los ENCE de Córdoba II de la LAV Madrid – Sevilla y La Marota (perteneciente a la LAV Córdoba-Málaga). La LAV Córdoba – Málaga también está gobernada por varios ENCE de tipo INTERSIG L905 E.

3.3.2. Puestos Locales de Operación

Cada enclavamiento electrónico dispone de un Puesto Local de Operación (PLO) para el mando y la comprobación local de toda la zona de su control.

Cada PLO, en general, se compone de los siguientes elementos:

- Un tablero gráfico digitalizador microgrid, con representación esquemática de las vías y las zonas activas, dotado de buril (puntero), equipo de alimentación y cable de datos que sirve de enlace entre el tablero y el ordenador central.



Ilustración 8 PLO de Majarabique dotado de tablero gráfico con buril y tres monitores videográficos antiguos.

- Monitores videográficos en color de alta resolución. La mayoría de ellos son antiguos, de tubos de rayos electrónicos interiores, y tienen tres conectores RGB (Rojo, Verde, Azul) para su conexión con el tablero gráfico y el MCM.



Ilustración 9 Detalle de los tres conectores RGB de monitor videográfico antiguo del PLO.

Adicionalmente, es necesario indicar que, a lo largo del tiempo, se han ido sustituyendo los monitores de algunos PLO por monitores videográficos planos de tipo TFT de 21 pulgadas con conexión de tipo USB, utilizando un adaptador específico para su conexión con el tablero gráfico.

En particular, el PLO de Bifurcación de Torrejón de Velasco dispone de cuatro monitores videográficos en color de tipo TFT de 21 pulgadas con representación esquemática de las vías, los elementos de campo y las zonas activas, así como un teclado alfanumérico y un ratón para la entrada de datos.

- Un monitor de control, para registrar entradas de órdenes ejecutadas e indicaciones de avería, y un teclado alfanumérico, para el acceso opcional al sistema.
- Una impresora de tipo matricial, para el registro de operaciones y avisos.

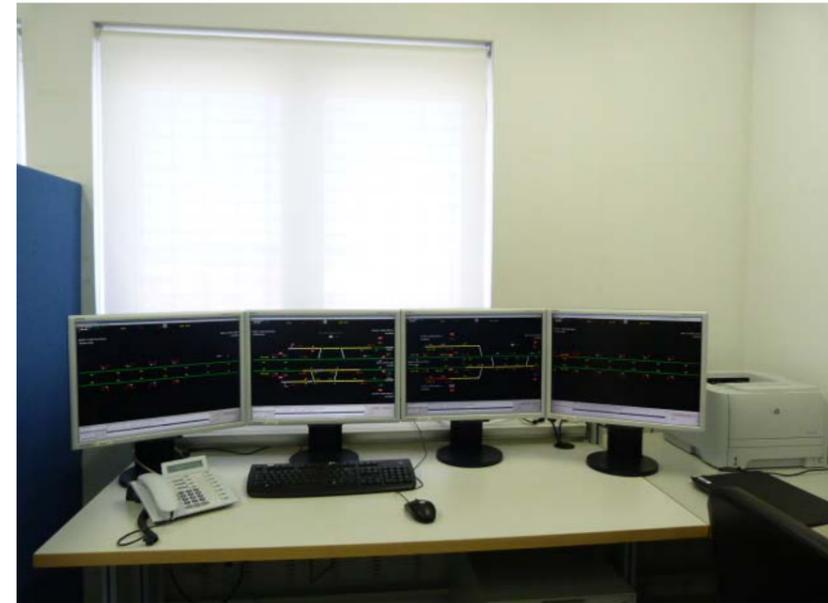


Ilustración 4 Monitores TFT, teclado y ratón del PLO de la Bifurcación de Torrejón de Velasco.

3.3.3. Sistema de Bloqueo

El sistema de bloqueo empleado, normalmente, en la LAV Madrid – Sevilla para el control de trenes entre los enclavamientos es el denominado Bloqueo de Control Automático (BCA). Este tipo de bloqueo es electrónico y está centralizado en cabina.

En el bloqueo de tipo BCA la relación de dependencia entre estaciones queda garantizada por la existencia de instalaciones que controlan que la distancia de seguridad entre trenes se mantiene, regulando la velocidad, de manera que ninguno supere la Velocidad Límite, y garantizando la existencia de un solo tren en cada cantón de bloqueo.

En caso de fallo del bloqueo de tipo BCA, se utiliza el Bloqueo Automático Supletorio (BAS).

Asimismo, se circula al amparo de una Entrega de Vía Bloqueada (EVB) para concertar la circulación de trenes de trabajos, vagonetas y máquinas de vía en el trayecto que tengan que operar y de trenes de pruebas cuando se indique expresamente, de acuerdo con lo establecido en las normas NEC y el Reglamento de Circulación Ferroviaria.

El bloqueo entre enclavamientos adyacentes se realiza a través de MME. Se realiza una adaptación mediante una interface serie redundante. Esta interface conecta, mediante un Módem, el MME de la última dependencia de un ENCE con el primer MME del siguiente ENCE colateral. Y en cada ENCE tienen que recibirse las informaciones sobre el estado del control de indicación de vía libre de las secciones de vía del trayecto necesarias para el establecimiento del boqueo entre ambos enclavamientos.

Como medio de transmisión de información de bloqueo entre enclavamientos colaterales se utilizan cables de pares de cobre F24, de tecnología Siemens.

3.3.4. Señales

El sistema de señalización basado en señales luminosas laterales indica a los maquinistas la información referente a las condiciones de circulación que deben tener en consideración. El aspecto presentado por dichas señales es controlado por el enclavamiento electrónico y depende del tipo de señal, así como del tipo de movimiento ordenado desde la misma.

La señalización lateral luminosa existente proporciona información a los maquinistas de trenes que circulen sin el sistema LZB o bien con el sistema LZB. En este último caso, la información de las autorizaciones de movimiento se recibe a través de las centrales de LZB, y la señalización luminosa lateral se utiliza para reanudar la marcha, cuando proceda, ante la detención de un tren.

Las señales laterales instaladas en la LAV Madrid – Sevilla son luminosas de tipo LED, están normalizadas y se encuentran en buen estado de conservación, dada su reciente instalación en los años 2008 y 2009.

Las señales fijas fundamentales, de acuerdo con el lugar donde están ubicadas, se denominan:

- Señal avanzada, que está situada en la vía preferente delante de la señal de entrada.
- Señal de entrada, que está situada a la entrada de una Estación, PB o PAET.
- Señal de salida, que está situada a la salida de una Estación, PB o PAET.



Ilustración 11 Señales altas de salida.

- Señal de maniobras, que está situada en el interior de una Estación o PAET para regular los movimientos de maniobras.

Dichas señales no tienen estructura modular, disponen de diodos led y no están dotadas de función día/noche.

No existen señales de bloqueo entre las dependencias de circulación con desvíos.

Las señales luminosas instaladas en la línea presentan, en general, las indicaciones incluidas en la siguiente tabla.

TIPO DE SEÑAL	ASPECTO	ORDEN
Señales de avanzada	Verde	Vía Libre
	Amarillo	Anuncio de Parada
Señales de entrada	Rojo	Parada
	Rojo Blanco intermitente	Rebase Autorizado
	Rojo Blanco	Rebase Autorizado
	Blanco	Parada (marcha LZB)
Señales de salida	Verde	Vía Libre
	Rojo	Parada
	Blanco	Parada (marcha LZB)
	Rojo Blanco	Rebase Autorizado
Señales de maniobras	Verde	Vía Libre
	Rojo	Parada
Señales de maniobras	Rojo Blanco	Rebase Autorizado

Tabla II Aspectos de las señales luminosas de la LAV Madrid – Sevilla.

Las señales altas tienen tres focos, con piloto auxiliar blanco, y disponen de una escalera.

Existen, asimismo, señales fijas indicadoras, que complementan las órdenes de las señales fijas fundamentales, así como señales fijas de limitación de velocidad, que imponen restricciones en la marcha de los trenes por circunstancias particulares de la vía o de las instalaciones.

También existen pantallas fijas de información (de BCA, de proximidad, de indicación de la situación kilométrica o hectométrica, etc.).

Las pantallas de BCA son señales virtuales (no físicas) que llevan inscrito un número de identificación y delimitan los cantones de bloqueo sin señales luminosas, controlados por el ENCE, para vehículos circulando al amparo del sistema LZB. Cada cantón de bloqueo es la parte de cada una de las vías comprendida entre dos pantallas de LZB o señales que puedan presentar la indicación de parada.



Ilustración 5 Señal alta de 3 focos con piloto y escaleta.

3.3.5. Sistemas de Detección de Trenes

Como sistema de detección de la presencia y ausencia de trenes en la LAV Madrid – Sevilla se utilizan circuitos de vía de audiofrecuencia de tipo FTG-S, de la empresa Siemens.

Asimismo, se utilizan contadores de ejes en los cambiadores de ancho existentes en dicha línea, para permitir la detección de trenes por la línea de alta velocidad y las líneas convencionales de ancho ibérico de su entorno.

3.3.5.1. Circuitos de vía

Los circuitos de vía de audiofrecuencia FTG-S existentes en la línea están centralizados en cabina.

El FTG-S es un sistema de indicación de vía libre, que utiliza el cortocircuito provocado por los ejes del material rodante con los carriles para detectar si hay trenes circulando en una sección de vía.

El sistema FTG-S tiene una arquitectura modular y está basado en diseño fail-safe, de manera que ante cualquier fallo en cualquier componente o en su cableado, o en la resistencia de los carriles a tierra, se interprete como una indicación de vía ocupada.

El principio básico de funcionamiento de un circuito de vía FTG-S se basa en un emisor que se conecta a los carriles para alimentar la sección de vía en cuestión con una señal codificada, y en uno o varios receptores que reciben dicha señal cuando la sección de vía está libre, o de lo contrario indican vía ocupada. Al entrar un tren en la sección de vía, sus ejes cortocircuitan los carriles y alguno de los receptores deja de recibir la señal, lo cual se traduce en una indicación de vía ocupada.

La tensión que alimenta cada sección de vía tiene una frecuencia portadora (denominada frecuencia del

circuito de vía) diferente de la tensión de la sección de vía contigua, lo que permite separar los circuitos de vía entre sí con juntas eléctricas de separación, sin necesidad de juntas aislantes.

Los circuitos de vía FTG-S se caracterizan por la frecuencia de la corriente de vía utilizada que se encuentra en la gama auditiva. Las ventajas fundamentales de estos circuitos de vía es que no precisan cortar la vía para definir las zonas aisladas (utilizan juntas eléctricas, en lugar de juntas aislantes) y resultan inmunes a la mayor parte de las perturbaciones indeseadas producidas por los transitorios de tracción.

El emisor está constituido por un generador de frecuencia de cuarzo y un modulador.

Para separar los circuitos de vía adyacentes respecto a diafonía de superposición existen doce (12) frecuencias portadoras (4750 Hz, 5250 Hz, 5750 Hz, 6250 Hz, 9500 Hz, 10500 Hz, 11500 Hz, 12500 Hz, 13500 Hz, 14500 Hz, 15500 Hz y 16500 Hz). La señal de salida es una portadora elegida entre estas doce frecuencias, las cuales se asignan a dos tipos diferentes de circuitos FTG-S:

- FTG-S 917: intervalo de ocho frecuencias, entre 9,5 y 16,5 kHz, utilizado para señalar secciones de vía de longitud pequeña y mediana; típicamente los estacionamientos, las zonas de aguja y los cruzamientos.
- FTG-S 46: intervalo de cuatro frecuencias, entre 4,75 y 6,25 kHz, empleado para señalar secciones de vía de mayor longitud; típicamente los trayectos.

Para cada circuito de vía FTG-S se tiene una entrada y una o varias salidas con tensión alterna de audiofrecuencia. En la vía se encuentran instaladas unidades de sintonía que están unidas con el emisor o el receptor, ubicados en la cabina de enclavamiento, mediante una entrada de cable.

En la vía están ubicadas las cajas de distribución, donde se realiza el entronque de los cables principales y secundarios, y las unidades de conexión de vía de los emisores y receptores.



Ilustración 13. Equipos interiores de FTG-S existentes en Bifurcación Torrejón de Velasco.

Los equipos electrónicos de supervisión de los circuitos de vía FTG-S están concentrados en la cabina de cada ENCE y/o MME. Los principales elementos componentes del equipamiento interior son: bastidor, bandejas portamódulos con módulos de transmisión y recepción, sistema de supervisión de contactos entre cables (ASU) y fuentes de alimentación.

A lo largo de la LAV Madrid – Sevilla se encuentran ubicadas una serie de Casetas Técnicas de Circuitos de Vía intermedias en la que están instalados determinados equipos interiores de circuitos de vía, debido a la excesiva distancia entre los equipos exteriores de circuitos de vía asociados y la correspondiente cabina del enclavamiento electrónico.



Ilustración 14 Casetas Nº 8 de circuitos vía, ubicada en 183+500, y vista interior de equipos interiores FTG-S.

Los bastidores de circuitos de vía tienen capacidad para alojar hasta un máximo de nueve (9) circuitos de vía FTG-S de cualquier tipo. En la primera bandeja del bastidor de FTG-S se alojan las resistencias de compensación y el sistema ASU. En las restantes bandejas se encuentran instalados los circuitos de vía. Cada circuito de vía FTG-S ocupa 4U de altura del bastidor.

El emisor y el receptor están alojados en bandejas portamódulos enchufables dentro de los bastidores de circuitos de vía. La alimentación eléctrica de cada uno de los circuitos de vía se encuentra detrás del portatarjetas de cada circuito, formando una unidad con las bandejas portamódulos. En un bastidor se pueden realizar todos los tipos de conexión posibles dependiendo de la configuración de vías, instalándose circuitos de vía estándar, de desvíos, etc.

Dado que en una instalación se puede disponer de varios receptores para cada circuito de vía, en cada uno de los bastidores de circuitos de vía FTG-S existe un sistema de supervisión de contacto entre conductores de los cables (ASU).

Existe una fuente de alimentación para cada circuito de vía. Las fuentes de alimentación están montadas en la parte trasera del bastidor.

Los distintos circuitos de vía pueden conectarse entre sí a través de conectores situados en la parte trasera de las bandejas portamódulos, lo que permite seriar varias secciones de vía formadas por diferentes tipos

de FTG-S en cascada.

Los equipos interiores de los circuitos de vía FTG-S se conectan con las cajas de sintonía del exterior mediante cables de cuadretes con conductores de 1,4 mm² de sección.

Para el cable de conexión con conductores de sección 1,4 mm² entre los equipos interiores y los equipos exteriores de vía se limitan sus longitudes de modo que la alimentación de la sintonía del emisor no sea mayor de 6,5 km y la del receptor 7,4 km.

En la distribución de los cables de los circuitos de vía, se utilizan cajas diferentes para los cables de emisores y para los cables de receptores.

3.3.5.2. Contadores de ejes

Para la detección de la presencia y ausencia de trenes, en los cambiadores de ancho existentes en la LAV Madrid – Sevilla se emplea un cantón de vía controlado por contadores de ejes, los cuales se encuentran en buen estado de conservación.

3.3.6. Accionamientos de aguja

Los desvíos y escapes de la LAV Madrid – Sevilla originalmente se dotaron de accionamientos electrohidráulicos de aguja del tipo L700H, de tecnología Thales, configurados con un sistema de tensiones trifásicas de 380 V + Neutro, 50 Hz.



Ilustración 15 Accionamientos de aguja tipo L700H en el desvío nº A514, situado en la vía 1 de Brazatortas.

Posteriormente, dichos accionamientos se sustituyeron en algunos desvíos y escapes por accionamientos electrohidráulicos del tipo L826H, de tecnología Thales. Este tipo de accionamientos de aguja se puede instalar tanto a derechas como a izquierdas, e incluso en posición central en la caja de la vía, sin tener que realizar ninguna modificación en el equipo. La fuerza de mando, la fuerza de retención y la carrera de los accionamientos L826H son ajustables.

3.3.7. Sensores de Rueda

Las agujas de corazón móvil, ubicadas en vías generales, están equipadas con sensores de ruedas de tipo RSL de Thales para posibilitar la detección del talonamiento de dichas agujas.



Ilustración 16 Sensor de rueda en vía 1 general.

3.3.8. Sistemas de Protección del Tren

La Línea de Alta Velocidad Madrid – Sevilla se encuentra equipada con el sistema LZB, como sistema principal de gestión y control del tráfico ferroviario de la línea, y con el sistema de Anuncio de Señales y Frenado Automático (ASFA) como sistema de respaldo.

3.3.8.1. Sistema LZB

El intercambio de información entre los equipos LZB de campo y los equipos LZB embarcados de los vehículos, se realiza de forma continua por medio de un cable para alta frecuencia, denominado cable de vía, que funciona como una antena. Se envían telegramas periódicamente mostrando los distintos aspectos de las señales, en función de las distintas situaciones de la vía.

El sistema LZB implantado es de tipo L72E o L72, de tecnología Thales, y está formado por varios componentes esenciales, como son:

- Equipos LZB fijos interiores ubicados en el correspondiente Edificio Técnico:
 - Central de mando (OPZ), en la que están memorizados todos los datos fijos (topografía de la vía, puntos permanentes de limitación de velocidad, etc.) de su zona LZB de control.

Existe una central de mando LZB asociada a cada ENCE de la línea, que contiene los módulos de comunicaciones con la central de telemando de LZB.

- Bastidor de interface denominado CAT KOB, que sirve de enlace entre la Central de mando del sistema LZB y el ENCE.
- Bastidor de interface entre la central de mando LZB y el equipamiento de campo de LZB.



Ilustración 17 Bastidores del sistema LZB existentes en Córdoba.

- Equipos LZB fijos exteriores, distribuidos en campo a largo de la línea:
 - Armarios LZB, equipados para el intercambio de datos, amplificación, potencial y de entrada al sistema.



Ilustración 18 Armarios LZB (F1/2-6.1 y F1/2-6.2) ubicados en el PK 226+000 y vista interior.

- Cable de línea distribuido en vía, con bucles cortos de unos 600 metros.
- Cable de comunicaciones de cuadretes entre cada una de las centrales de mando LZB y los armarios LZB de intercambio de datos.
- Equipos embarcados, del material rodante:
 - Equipos LZB de vehículos, dotados de unidad de proceso y con cuadro de control óptico y de introducción de datos en la cabina de mando.
 - Equipo de medida y registro del recorrido y velocidad.
 - Equipo de mando automático de marcha y de frenado.

Cada Central de mando LZB se comunica con el enclavamiento asociado y, a su vez, con los correspondientes armarios de LZB situados en campo, mediante un cable de cuadretes para el envío y la recepción de información del cable de vía radiante.

Asimismo, cada Central de mando LZB realiza un intercambio de datos continuo con los equipos embarcados de los vehículos y con las centrales de mando LZB adyacentes y, eventualmente, centros de control de la explotación.

Así, por un lado, los enclavamientos transmiten a la central de mando LZB la información referente a aspectos de señales, posiciones de agujas y otras informaciones de los elementos de campo, dentro de su ámbito de control. Y, por otro lado, los trenes comunican a la central de mando LZB sus datos específicos, tales como: la longitud del tren (ZL), la posición (FN), la velocidad real (Vreal), etc. A partir de estos datos, la central de mando LZB determina, para cada tren, su velocidad máxima admisible en cada momento.

3.3.8.2. Sistema ASFA 200

El sistema de Anuncio de Señal y Frenado Automático (ASFA) se utiliza como un sistema de operación adicional (de respaldo) del sistema LZB principal de gestión y control de la línea.

El sistema ASFA 200 implantado en la línea toma la información necesaria de las correspondientes señales laterales luminosas y es inmune a las posibles perturbaciones generadas por las corrientes y retorno de tracción y las corrientes regenerativas del freno e interferencias electromagnéticas, debido al sistema de electrificación de la línea.

El sistema ASFA 200 es un sistema puntual y está constituido por dos conjuntos de equipos, uno instalado en vía y otro conjunto embarcado instalado a bordo del material rodante.

El conjunto de equipos de vía está formado por dos tipos de dispositivos: las balizas y las cajas Interfaces (cajas I/F), que se encargan de transferir la información de la señal a las balizas.

Las balizas son dispositivos estáticos y pasivos, es decir, no necesitan alimentación para realizar la transmisión de la información, aunque sí para variar la información a transmitir. La baliza se compone básicamente de un circuito resonante LC (bobina-condensador). En cada instante, la frecuencia de resonancia de este circuito es la información que transmite la baliza.

Las cajas I/F recogen información del aspecto de la señal y, a través de balizas, esa información es transmitida de forma puntual al paso de los equipos ASFA de a bordo del tren.



Ilustración 19 Caja I/F asociada a la señal S502 de Brazatortas.

Una parte del conjunto de equipos embarcados está formada por el sistema de captación, que consiste básicamente en un oscilador que, conectado a un captador, oscila a una frecuencia denominada frecuencia permanente.

Cuando el captador pasa sobre una baliza ASFA, el oscilador pierde la frecuencia permanente y pasa a oscilar a la frecuencia de resonancia del circuito de la baliza, con la que sintoniza mediante acoplamiento inductivo, recibiendo la información del aspecto de la señal asociada a ésta.

3.3.8.3. Transiciones entre los sistemas ETCS y LZB

Los sistemas ERTMS/ETCS y LZB deben funcionar de manera independiente, ya que, si se conectasen los sistemas ERTMS/ETCS y LZB a bordo a la vez, ambos tomarían el control del tren en cuánto recibieran telegramas válidos desde la vía y ambos serían capaces de actuar sobre el freno del tren, calculando cada uno su propia curva de supervisión.

En la LAV Madrid – Sevilla existen transiciones entre los sistemas ETCS y LZB en los puntos:

- El by pass Madrid Sur-Los Gavilanes, que une las líneas de Alta Velocidad Madrid-Barcelona y Madrid-Sevilla entre las dependencias de Madrid Sur (Madrid-Barcelona) y Los Gavilanes (Madrid-Sevilla).
- El Enlace de Torrejón de Velasco, que une las líneas de Alta Velocidad Madrid – Sevilla y Madrid – Valencia, entre las dependencias de Valdemoro (Madrid – Valencia) y Torrejón de Velasco (Madrid – Sevilla).
- El Enlace de Córdoba, que une las líneas de Alta Velocidad Madrid – Sevilla y Córdoba – Málaga, entre las dependencias de La Marota (Córdoba – Málaga) y Córdoba II (Madrid – Sevilla).

En el Enlace con la LAV La Sagra – Toledo no hay transiciones entre los sistemas ETCS y LZB, debido a que el sistema ERTMS está dado de baja en esta línea.

3.3.9. Sistemas Auxiliares de Detección

A lo largo de la vía de la LAV Madrid – Sevilla se encuentran instalados dos sistemas auxiliares de detección: Detectores de Caídas de Objetos (DCO) y Detectores de Cajas Calientes (DCC).

3.3.9.1. Equipos Detectores de Desprendimientos (EDD o DCO)

La LAV Madrid – Sevilla dispone de cerramiento perimetral, pero para conocer en todo momento y con toda seguridad que la vía está libre de obstáculos, se emplean los denominados Equipos Detectores de Desprendimientos (EDD) equivalentes a los Detectores de Caídas de Objetos (DCO), que deben garantizar, mejorar y complementar las condiciones de seguridad y de confort requeridos para una eficaz explotación de la línea.

A lo largo de la LAV Madrid – Sevilla están implantados los EDD del tipo de mallas de cobre, con el fin de proteger los puntos más críticos, esto es, se encuentran instalados en la vía en:

- Todas las bocas de túneles, uno en cada boca.

- Todos los pasos superiores para paso de vehículos que cruzan la línea, en ambos lados del paso.



Ilustración20 EDD instalado en Paso Superior ubicado en el PK 218+150.

Los sensores o captadores están basados en la modificación de las variables eléctricas del dispositivo captador, bien sea por corte de conductores como por la producción de cortocircuitos, cuando se produce la caída o desprendimiento.

No existe Concentrador de Detectores de Seguridad (CDS) en la cabina de cada uno de los ENCE.

Las informaciones de los EDD se envían directamente al sistema de Telemando de Detectores ubicado en el CRC de Madrid-Puerta de Atocha, a través del equipamiento de transmisión de comunicaciones FMX existente en el Armario de vía de cada EDD, y utilizando cable de cobre.



Ilustración 21 Armario de vía del EDD instalado en el PK 218+150 y vista interior de su equipamiento.

3.3.9.2. Detectores de Cajas Calientes

El sistema de Detectores de Cajas Calientes (DCC) es capaz de comprobar la temperatura producida por el calentamiento de las cajas de grasa, las ruedas y los discos de freno del material rodante que pueda circular por el trayecto en el que está instalado, en cada uno de los carriles, en los dos sentidos de la circulación. Este sistema permite detectar condiciones peligrosas durante la explotación en el material rodante, ya que las cajas recalentadas constituyen un gran peligro para las operaciones ferroviarias.

Los equipos de DCC de la LAV Madrid – Sevilla fueron renovados hace diez (10) años aproximadamente. Son de tipo Phoenix MB de Voest Alpine. En el tramo comprendido entre la estación de Madrid-Puerta de Atocha y el PB de Brazatortas, han sido sustituido los pedales originales de tipo RSR 122 de Frauscher de ajuste manual, por pedales de tipo RSR 123 también de Frauscher y autoajustables.

Desde el PB de Brazatortas hasta la estación de Sevilla-Santa Justa se encuentran instalados todavía los pedales originales de tipo RSR 122.

El sistema de DCC tiene una construcción modular y consta de tres módulos principales:

- Dispositivos de detección de presencia de tren.
- Medida de temperatura de cajas de grasa y ruedas y discos de freno.
- Equipamiento de cabina.

Los dispositivos detectores de presencia del tren, así como los cables de conexión de los mismos, están protegidos contra las perturbaciones electromagnéticas producidas por las corrientes de retorno de la catenaria. Estos dispositivos detectan el paso de las ruedas de los trenes que circulen por el trayecto en el que se encuentra sistema de DCC, activando el módulo de medida de temperatura, el cual estará en disposición de recoger las temperaturas de los mismos, produciendo la apertura y cierre temporizados del obturador de la ventana de los diferentes captadores.

Las señales provenientes de los módulos detectores de presencia de tren y de medida de temperatura, y las alarmas se envían al sistema central de Telemando de Detectores.

A cada paso de un vehículo ferroviario por el detector de presencia de tren, toda la información relacionada con el mismo (fecha, hora, sentido de circulación, velocidad, número de ejes, distancia entre ejes, temperatura de las cajas de grasa, ruedas y discos de freno, alarmas, etc.) es enviada al sistema de Telemando de Detectores.

3.3.10. Cables de Señalización y Energía

A lo largo de la LAV Madrid – Sevilla, los cables principales de señalización, tendidos entre Edificios o

Casetas Técnicas a cajas de conexión, y aquéllos de alimentación a las balizas previas del sistema ASFA que, por su longitud, son susceptibles de sufrir perturbaciones electromagnéticas, disponen de factor de reducción 0,3 para cables de señales y circuitos de vía, y los cables generales de comunicaciones tienen factor de reducción 0,1.

Asimismo, el cable de energía de 750 V, para alimentación a equipos de campo, se encuentra tendido por un solo lado de la plataforma, a lo largo de la línea.

La línea de 750 V está tendida por un solo lado de la plataforma y es telescópica. En caso de avería o sustracción de cable, se produce la pérdida del suministro de energía eléctrica desde el punto de conflicto hasta el final de ese tramo.

3.3.11. Cajas de Conexión y Armarios

Las cajas de conexión y armarios existentes en la LAV Madrid – Sevilla se encuentran, generalmente, en buen estado de conservación, siendo independiente la distribución de los cables de señalización de la de los circuitos de vía.

En la distribución de los cables de los circuitos de vía de audiofrecuencia, se utilizan cajas diferentes para los cables de emisión y para los cables de recepción.

3.3.12. Canalizaciones y medios de Tendido de Cables

A lo largo de la LAV Madrid – Sevilla se dispone de canaleta prefabricada de hormigón para el tendido de los cables, en ambos lados de la plataforma.

En general, la canaleta se encuentra en buen estado, pero algunas tapas están rotas. La canaleta dispone de espacio para instalar algunos cables nuevos, aunque no si se pretende renovar todo el cableado. En este caso, se necesitaría una nueva canaleta.



Ilustración 22 Canaleta prefabricada de hormigón con tapas rotas.

3.3.13. Edificios y Casetas técnicas

La mayoría de los Edificios Técnicos (ET) existentes en LAV Madrid – Sevilla corresponden a diferentes Tipos estándar (Tipo 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7) construidos con ladrillo, salvo los ET de las estaciones de Madrid-Puerta de Atocha y Sevilla-Santa Justa que ambos son completamente diferentes y no responden a ninguno de los modelos anteriores.



Ilustración 23 Edificio Técnico de Tipo 4 de Majarabique.

En la LAV Madrid – Sevilla se encuentran ubicados los ET indicados en la siguiente tabla.

DENOMINACIÓN	TIPO	UBICACIÓN (PK)
Madrid-Puerta de Atocha	Específico	0+000
Los Gavilanes	1	14+272
Bifurcación Torrejón de Velasco	1 (*)	28+814
Parla AV	1	24+499
Yeles	2	35+307
La Sagra	3	53+729
Ablates	1	73+727
Mora y Orgaz	6	89+545

DENOMINACIÓN	TIPO	UBICACIÓN (PK)
Los Yébenes	1	104+869
Urda	7	119+749
El Emperador	1	130+138
Malagón	6	149+617
Ciudad Real	4	170+747
Ciudad Real-C	1	175+247
Calatrava	2	196+470
Puertollano	7	209+753
Brazatortas	7	225+430
Venta de La Inés	2	244+472
Conquista	2	267+336
Villanueva de Córdoba	2	285+206
Arroyo del Valle	1	293+957
Adamuz	2	317+782
Córdoba	5	345+167
Bifurcación Málaga AV	2A(*)	358+163
Almodóvar del Río	1	362+919
Hornachuelos	2	387+302
Peñaflor	1	408+927
Guadajoz	2	426+142
Cantillana	2	442+720
Majarabique	4	460+462
Sevilla-Santa Justa	Específico	470+494

Tabla II Tipología de los Edificios Técnicos existentes en la LAV Madrid – Sevilla.

(*) El ET de Bifurcación Torrejón de Velasco es de Tipo 1 y el ET de Bifurcación Málaga AV es de Tipo 2A, pero ambos son de construcción más reciente y son diferentes a los restantes tipos estándar construidos en la línea, ya que son prefabricados y se corresponden con la tipología propia de los ET existentes en otras líneas de Alta Velocidad españolas más modernas.

Los ET de Madrid-Puerta de Atocha y Sevilla-Santa Justa tienen una tipología específica que no se corresponde con los restantes (Tipos 1 a 7), ya que, en el caso de Madrid-Puerta de Atocha, las

instalaciones se encuentran integradas en un edificio próximo a la estación de Atocha (el ET del CRC); y, en el caso de Sevilla-Santa Justa, las instalaciones están instaladas en el propio edificio de esta última estación.

El ET del CRC que contiene varias Salas para diversos usos y presenta una tipología diferente.

Los ET disponen, en general, de espacio libre para la ubicación de futuros equipos, con la salvedad de los dos siguientes:

- ET de Madrid-Puerta de Atocha, que, debido a las características específicas de este edificio, no se dispone de espacio libre para ampliaciones de equipamiento.
- ET de La Sagra, que, aunque es un ET tipo, hay una gran cantidad de equipos instalados en él, incluido el equipamiento que controla el Ramal a Toledo, y se encuentra saturado.

Los ET de la LAV Madrid – Sevilla constan de diferentes Salas (Cuarto de entrada y distribución de Cables, Cuarto de Señalización, Cuarto de Ordenadores, Cuarto de Telecomunicaciones, Cuarto de Mando donde se aloja el PLO, Cuarto de Energía, etc.).



Ilustración 24 Edificio Técnico de Tipo 7 de Brazatortas.

A lo largo de la LAV Madrid – Sevilla se encuentran ubicadas Casetas Técnicas de Circuitos de Vía intermedias donde se alojan equipos interiores de circuitos de vía de audiofrecuencia FTG-S, las cuales disponen de muy escaso espacio libre para la ubicación de nuevos equipos en su interior.

Dichas Casetas Técnicas se ubican en los puntos kilométricos indicados en la siguiente tabla.

DENOMINACIÓN	UBICACIÓN (PK)
Caseta 0	8+675
Caseta 1	45+428
Caseta 2	63+831
Caseta 3	81+460
Caseta 4	96+431
Caseta 5	112+633
Caseta 6	140+439
Caseta 7	160+637
Caseta 8	183+500
Caseta 9	218+024
Caseta 10	234+356
Caseta 11	255+696
Caseta 12	276+257
Caseta 13	306+054
Caseta 14.0	330+453
Caseta 14.1	341+252
Caseta 15	354+649
Caseta 16	376+180
Caseta 17	397+087
Caseta 18	417+482
Caseta 19	434+902
Caseta 20	451+710

Tabla III Distribución de Casetas Técnicas en la LAV Madrid – Sevilla.

3.3.13.1. Climatización

Todos los ET existentes en la LAV Madrid – Sevilla tienen de un sistema de climatización de tipo CoolBox, con 25 años de vida, salvo los de cinco dependencias: La Sagra, Puertollano, Córdoba, Hornachuelos, y Majarabique, en las que se han instalado recientemente máquinas nuevas.

Los actuales equipos de aire acondicionado están basados en máquinas de tipo CoolBox, sin repuesto, que fueron instalados en el año 1992 con gas refrigerante R22. En la actualidad, la recarga de este gas

está prohibida por dañar la capa de ozono. Por ello, el gas refrigerante R22 fue sustituido en el año 2010 por el RS-44, que es un gas refrigerante permitido no inflamable, libre de halógenos, y cumple con la normativa vigente al respecto.

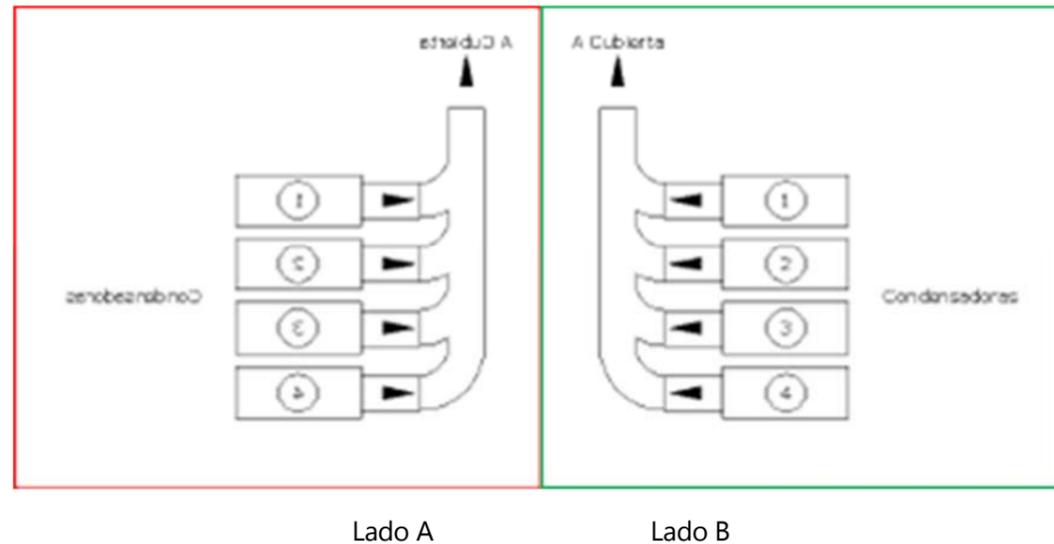


Ilustración 25 Distribución de aire con equipos de tipo CoolBox.

En los ET que disponen de climatización de tipo CoolBox, el frío se genera en una Sala en el interior del edificio con ocho máquinas, funcionando éstas en dos bloques de cuatro en cuatro, es decir, Lado A (cuatro máquinas, tres funcionan, y una cuarta está de reserva) y Lado B (otras cuatro máquinas, tres funcionan, y una cuarta está de reserva), y se impulsa por conductos en el techo hasta el resto de las Salas. No existe posibilidad de enfriar el lado A con máquinas del Lado B.

El sistema de climatización se ha ido quedando obsoleto y, posteriormente, en los ET de las cinco dependencias citadas (La Sagra, Puertollano, Córdoba, Hornachuelos y Majarabique) se sustituyeron los iniciales equipos de aire acondicionado de tipo CoolBox por nuevos equipos de aire acondicionado de tipo Mochila, de la marca STULZ, y fueron montados en el exterior para evitar posibles problemas de espacio en las Salas de los ET.

3.3.14. Sistemas de Energía

Los equipos de suministro de energía se encargan de alimentar a los equipos de señalización, comunicaciones e instalación doméstica con la energía eléctrica necesaria para su correcto funcionamiento dentro del tipo, tolerancia y permisividad a interrupciones, que cada uno de ellos necesite.

El suministro de energía eléctrica a las instalaciones de señalización de la LAV Madrid – Sevilla, en condiciones normales y como fuente principal, se realiza desde la energía procedente de la catenaria, a través de un transformador instalado en un poste de catenaria que suministra una tensión alterna monofásica de 230 V y que, posteriormente, se convierte en trifásica en los consumos que así lo requieran a través de un convertidor monofásico-trifásico.

En ausencia de la anterior, y como fuente de energía alternativa, se utiliza bien un grupo electrógeno, o bien, en el caso de Estaciones, una acometida local de la Compañía Eléctrica. En ambos casos suministran una tensión alterna trifásica de 400V o monofásica entre fases de 230 V.



Ilustración 26 Equipos de energía existentes en el ET de La Sagra.

Para la conmutación automática entre las redes de energía alta (de catenaria) y local (de Compañía Eléctrica y/o grupo electrógeno) existe un armario de conmutación en cada dependencia, el cual supervisa continuamente la tensión de ambas redes, dentro de la tolerancia especificada.



Ilustración 27 Equipos de energía existentes en el ET de Ciudad Real.

La línea de suministro de energía de 750 V es telescópica, es decir, la sección del cable disminuye

conforme se aleja del Edificio Técnico del que proviene, por lo que no es posible conmutar entre edificios colaterales (la sección en este caso no sería suficiente). Además, a lo largo de la LAV Madrid – Sevilla no existen armarios de conmutación de energía entre dependencias colaterales, por lo que tampoco sería posible la conmutación citada anteriormente.

Existen equipos de energía (filtros de catenaria, estabilizadores, transformadores reductores de 750/230 Vca, SAIs, etc.) para la protección de las instalaciones frente a elevaciones bruscas de tensión y de posibles perturbaciones procedentes de la acometida de red de catenaria, grupo electrógeno o, en su caso, red pública, garantizando así una alimentación estable de los equipos ante posibles fluctuaciones de tensión.



Ilustración 28 Baterías en ET de Bif. Torrejón (izquierda) y en ET de Madrid-Puerta de Atocha (derecha).



Ilustración 29 Equipos exteriores de tipo Mochila en el ET de Homachuelos.

3.3.15. Puestos Centrales de CTC y CRC

Las instalaciones de los sistemas de señalización, de protección de tren, de telecomunicaciones y de los sistemas auxiliares de detección de la LAV Madrid – Sevilla se controlan y supervisan de manera remota desde el correspondiente sistema Central de Mando, integrado cada uno de ellos en el actual Centro de Regulación y Control (CRC) de Madrid-Puerta de Atocha, dotado del sistema Da Vinci v1.0.

Las instalaciones del sistema de señalización se telemandan desde el Puesto de Mando Central de Madrid-Puerta de Atocha AVE.

En Madrid-Delicias se encuentra instalado un equipamiento de Control de Tráfico Centralizado (CTC) de tecnología Thales que es utilizado como CTC principal y está integrado en dicho CRC. Este sistema de CTC está equipado para telemandar tanto la LAV Madrid – Sevilla como la LAV Córdoba – Málaga. Sin embargo, es utilizado como sistema principal (o de línea) de CTC para la supervisión y control centralizado de los enclavamientos y bloqueos de la LAV Madrid – Sevilla. Y, en caso de fallo del CRC de línea de Antequera, desde donde se telemanda la LAV Córdoba – Málaga, se utiliza el sistema de CTC de Madrid-Delicias como sistema de respaldo.

El Puesto de Mando Central del equipamiento de CTC de Madrid-Delicias está situado en la Sala de Control del edificio del CRC de Madrid-Puerta de Atocha, ubicada en la tercera planta de este edificio.



Ilustración 6 Puesto de Mando Central de CTC en la Sala de Control del CRC de Madrid-Puerta de Atocha.

En Madrid-Puerta de Atocha existe, asimismo, un equipamiento antiguo de CTC de tecnología Thales que

es empleado como sistema de respaldo para el telemando de los enclavamientos y bloqueos de la LAV Madrid – Sevilla. Su Puesto de Mando Central está situado en la misma Sala de Control del CRC de Madrid-Puerta de Atocha, pero no se encuentra integrado en el sistema de CRC y, además, tiene menos funcionalidades que el citado CTC principal de Madrid-Delicias.

El sistema videográfico de representación general (videowall) donde se representa toda la LAV Madrid – Sevilla es común para ambos sistemas de CTC y está ubicado en la Sala de Control de dicho CRC.

En la planta baja del Edificio del CRC de Madrid-Puerta de Atocha existe, también, un Puesto de Operador remoto (mini CTC) de tecnología Thales, para el telemando de los dos ENCE de Madrid-Puerta de Atocha (Atocha y Atocha II), sin tener todas las funcionalidades de los CTC anteriores.

El sistema de Telemando de LZB y el sistema de Telemando de los Sistemas Auxiliares de Detección (TSAD) se encuentran integrados en el sistema de CRC de Madrid-Puerta de Atocha, y sus respectivos Puestos de Mando Central están instalados en la Sala de Control de este CRC.

3.3.16. Telecomunicaciones Fijas

La capacidad de fibras ópticas de la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla es muy limitada. En el momento de su construcción, solo se instalaron 2 cables de 6 fibras ópticas por cada una de las canaletas situadas en el borde de la plataforma.

Posteriormente, ADIF (Telecomunicaciones y Energía) instaló 2 nuevos cables de 64 fibras ópticas, de los cuales sólo se dispone de 8 fibras ópticas para la explotación ferroviaria.

En algunos tramos existen nuevos cables de FO instalados por ADIF dentro de otros proyectos, pero en hay una falta de capacidad de fibra para los nuevos servicios.

Para la mayoría de los diferentes servicios de telecomunicaciones fijas se emplea cable metálico de cuadretes.

Las informaciones de bloqueo entre enclavamientos se transmiten a través de un cable de pares F24 de Siemens.

3.3.17. Telecomunicaciones Móviles

En la LAV Madrid – Sevilla se encuentra instalado el sistema de radiotelefonía digital GSM-R con capa simple.

El sistema GSM-R posibilita, principalmente, la comunicación de voz entre el maquinista del tren y el Jefe de Circulación que lo controla. Por otra parte, la red GSM-R permite la comunicación de voz entre el personal de mantenimiento u operación que tenga acceso a un terminal portátil.

La cobertura de red GSM-R en la LAV Madrid – Sevilla se asegura a través de una serie de BTS distribuidas a lo largo de la traza.

3.4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES A REALIZAR

El objeto del presente capítulo es definir las obras, instalaciones y procesos constructivos para conseguir los objetivos del proyecto, que son los siguientes:

- Renovación de las instalaciones de la LAV Madrid-Sevilla dotándolas de nuevos enclavamientos, nuevo suministro de energía y dotación de telecomunicaciones a través de fibra óptica e toda la línea.
- Instalación del sistema de protección de tren ERTMS en su nivel N2, para dotar a la línea de un sistema de protección interoperable de acuerdo a lo indicado en la ETI vigente de CMS, el utilizado en el resto de líneas de Alta velocidad en España. En esta actuación se mantiene en operación el actual sistema de protección de tren LZB. La baja de este sistema la determinará ADIF, no siendo objeto del alcance de estas actuaciones.
- Se considerarán tres fases:
 - Una primera fase en la que se actuará en el tramo Madrid-Córdoba
 - Una segunda fase en la que se actuará en el tramo Córdoba-Sevilla
 - Una tercera fase en la que se desarrollarán las instalaciones no contempladas en fases 1 y 2 (DCOs)

Las instalaciones y obras que se proyectan, según lo indicado en el punto 2.2., son las siguientes:

a) Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones

- Sustitución de los enclavamientos de tecnología electrónica ESTW L90 de Thales en las diez dependencias de la LAV Madrid-Sevilla que se indican a continuación, es decir: Atocha, La Sagra, Urda, Ciudad Real, Puertollano, Brazatortas, Córdoba I, Córdoba II, Córdoba III y Majarabique por nuevos enclavamientos electrónicos de última generación, así como los Controladores de Objetos asociados a estos. Esta actuación tiene dos singularidades:
 - Bif Torrejón, que dispone de un enclavamiento Intersig L905E, que se conserva
 - Atocha, donde actualmente hay dos enclavamientos (Atocha I y Atocha II) que se sustituirán por un solo enclavamiento de tecnología electrónica de última generación.

Dado que se precisan en cada enclavamiento diferentes situaciones provisionales, se suministrarán adicionalmente ordenadores portátiles para soportar las pruebas de software de las situaciones provisionales, sin afectar al software existente en ese momento en el enclavamiento. En las situaciones provisionales se deberá garantizar la reversibilidad entre el nuevo ENCE a instalar y el existente ESTW L90 en cualquier momento de forma que se pueda regresar a la situación anterior.

- Instalación de nuevos Puestos de Mando Local de tipo videográfico con mando por teclado y ratón en los gabinetes de Circulación de todas las dependencias anteriormente citadas, sustituyendo a los tableros gráficos actualmente instalados.
- Instalación de nuevos interfaces de bloqueo en las siguientes dependencias, colaterales con los nuevos enclavamientos a instalar en la LAV Madrid – Sevilla:
 - Madrid-Atocha Cercanías (para las relaciones de bloqueo con Madrid-Puerta de Atocha). El actual ENCE de Atocha Cercanías es un ESTW L90. Se precisa interface entre este ENCE y el nuevo a instalar en Madrid- Puerta de Atocha. Asimismo, dado que la conexión es a través del cambiador, se precisa una conexión a través del PLC que transmite las informaciones del propio Cambiador.
 - Cerro Negro (para las relaciones de bloqueo con Madrid-Puerta de Atocha). El actual ENCE de Cerro Negro es un ESTW L90. Se precisa interface entre este ENCE y el nuevo a instalar en Madrid- Puerta de Atocha.
 - Madrid Sur (para las relaciones de bloqueo con Madrid-Puerta de Atocha). Actualmente, hay un COBJ de Ansaldo en Madrid Puerta de Atocha. Las relaciones son a través de un interfaz paralelo.
 - En Los Gavilanes se tendrá que instalar un nuevo interfaz para las relaciones de bloqueo con Madrid Sur a través del By-Pass entre la LAV Madrid – Barcelona y la LAV Madrid – Sevilla. Actualmente, hay un COBJ de Ansaldo en Los Gavilanes. Las relaciones son a través de un interfaz paralelo.
 - Bifurcación Torrejón de Velasco, donde se precisará la instalación de dos (2) interfaces, uno para las relaciones de bloqueo con Madrid-Puerta de Atocha y otro para las relaciones de bloqueo con La Sagra.

- Se considera que las relaciones de bloqueo entre Bifurcación Torrejón y Valdemoro AV se mantienen, así como con Jardín Botánico a través de los actuales interfaces serie existentes.
- Toledo (para las relaciones de bloqueo con La Sagra). Actualmente, hay un interfaz paralelo con el Westrace de Toledo. Se seguirá utilizando.
- Talleres de La Sagra (para las relaciones de bloqueo con La Sagra) El actual ENCE de Talleres La Sagra es un ESTW L90. Se precisa interface entre este ENCE y el nuevo a instalar en La Sagra.
- Alcolea de Córdoba convencional (para las relaciones de bloqueo con Córdoba I por el cambiador de ancho de ejes de Alcolea). Actualmente hay un interfaz paralelo entre el ESTW L90 de Córdoba I y el Intersig L905 de Alcolea. Asimismo, hay un interfaz paralelo con el propio Cambiador.
- La Marota (para las relaciones de bloqueo con Córdoba II) Actualmente hay un COBJ del Intersig L905 de La Marota en Bif Málaga para establecer relación mediante interfaz paralelo con el ESTW L90 de Córdoba II.
- No hay bloqueo en Majarabique con convencional. Se prevé dotar de bloqueo automático las relaciones entre el nuevo enclavamiento de Majarabique AV con el enclavamiento existente Intersig L905 de Majarabique convencional. Se precisará un interface en el caso de que la tecnología del nuevo enclavamiento de alta velocidad sea de diferente tecnología al instalado en convencional.
- No se considera el futuro by pass de Almodóvar. Se entiende que será objeto del proyecto de realización del by pass indicado.

En las situaciones provisionales, se deberá contemplar el diseño de interfaces entre los nuevos ENCE a instalar y los ESTW L90 que serán dados de baja progresivamente. El adjudicatario deberá considerar el desarrollo de estos interfaces.

- Se mantiene el sistema de bloqueo empleado en la LAV Madrid – Sevilla para el control de trenes entre los enclavamientos, que es el denominado Bloqueo de Control Automático (BCA). Este tipo de bloqueo es electrónico y está centralizado en cabina.

En el bloqueo de tipo BCA la relación de dependencia entre estaciones queda garantizada por la existencia de instalaciones que controlan que la distancia de seguridad entre trenes

se mantiene, regulando la velocidad, de manera que ninguno supere la Velocidad Límite, y garantizando la existencia de un solo tren en cada cantón de bloqueo.

En caso de fallo del bloqueo de tipo BCA, se utiliza el Bloqueo de Señalización Lateral (BSL).

- Con respecto a sistemas de detección de tren, los actuales equipos interiores de circuitos de vía de audiofrecuencia FTG-S, de tecnología Siemens, serán sustituidos por equipos interiores de circuitos de vía de audiofrecuencia TCM-100, también de tecnología Siemens, en todas las dependencias de la LAV Madrid – Sevilla donde haya instalados equipos FTG-S, incluyendo las casetas técnicas.

Los nuevos equipos interiores de circuitos de vía TCM 100 son compatibles con el actual equipamiento de campo de los equipos FTG-S, por lo que no se precisará la sustitución de dicho equipamiento de campo.

La sustitución del equipamiento de cabina no está en el alcance de este proyecto, pero será necesario realizarla en el primer año, en todos los edificios y caseta en los que se precisa liberar espacio en el edificio técnico, por lo que esta actuación se realizará en la fase de instalación de enclavamientos (años 1 a 4). En el caso de que el desarrollo de la obra exija liberar espacio en fases anteriores de obra, se determinará adelantar la instalación de los nuevos equipos de interior para liberar espacio en los caos en los que así se determine.

- Respecto a señales, algunas señales avanzadas no se encuentran ubicadas a la distancia de frenado de la correspondiente señal de entrada, de acuerdo con la normativa vigente.

En consecuencia, en este proyecto se contempla el traslado de las señales avanzadas no ubicadas a la distancia de frenado según la ETI 2008/232/CE, de material rodante, con tiempo equivalente de aplicación de 2 s y deceleración media de 0,6 m/s².

Para el traslado de las señales, con el fin de minimizar el tiempo de cambio de señal, se procederá a instalar una nueva señal en la nueva ubicación, junto con la correspondiente baliza ASFA e interfaz de conexión de ésta. Por indicación de Adif, la nueva señal será como las actualmente existente, esto es, de fundición gris, no modular, con focos LED.

- Asimismo, como criterio de diseño se indica que no se instala foco azul en las señales.

Se reutilizará el blanco actual para la autorización de movimiento en la LAV Madrid-Sevilla, tanto en ERTMS (nueva funcionalidad) como en LZB (funcionalidad existente).

En la LAV Córdoba-Málaga se hace algo similar, aunque con el foco azul. Esto estaba recogido en una consigna C-52 experimental, que fue anulada.

Por lo tanto, la implantación de la funcionalidad indicada para la LAV Madrid-Sevilla requerirá de un cambio reglamentario o de una consigna específica, ya que dichas funcionalidades no aparecen recogidas en el actual RCF.

- Instalación de Cartelones y pantallas fijas de información en el caso de que se precisen debido a las actuaciones a realizar.
- No se prevén actuaciones relativas a accionamientos eléctricos o electrohidráulicos.
- Red de cables para las nuevas señales de avanzada a instalar, que serán del tipo normalizado multiconductor o de cuadretes, de acuerdo con las características de los diferentes equipos a instalar, y con factor de reducción 0,3 para cables de señalización y 0,1 para cables de comunicaciones., dada la electrificación de la línea a 25 kV ca, 50 Hz.
- Registrador jurídico en cada uno de los nuevos enclavamientos.
- Sistemas de ayuda al mantenimiento de los nuevos enclavamientos (SAM) local y central.
- Ingeniería, documentación y pruebas necesarias.

b) Sistema de protección de tren

Se prevén las siguientes actividades:

- Instalación de balizas del sistema ASFA Digital (Anuncio de Señales y Frenado Automático) en todas las señales avanzadas que modifican su ubicación (debido a nueva distancia de frenado), en consonancia con el comunicado de cese de suministro de balizas ASFA analógicas de fecha 16-02-2017.
- Instalación de balizas previas ASFA en señales de salida en las que el punto de parada en andén esté a distancias superiores a 70 m de la señal de salida.
- Instalación de balizas para señales de maniobra.

La conexión de las nuevas balizas ASFA se realizará con interfaz ASFA analógico antiperturbación, conforme a lo indicado por Adif.

La baliza a instalar será digital según indica el Comunicado de Cese de suministro de balizas ASFA Analógico, de fecha 13-02-2017, de la Subdirección de Instalaciones del Adif.

El sistema ASFA a implantar deberá estar probado, validado y autorizado por ADIF antes de su puesta en servicio, debiendo disponer de las correspondientes pruebas de validación y de verificación funcional.

- Instalación del sistema ERTMS N2 en la LAV Madrid – Sevilla, con la funcionalidad “Stop if in SR”.

El despliegue del ERTMS N2 se realizará en dos (2) fases:

- la primera consistirá en el despliegue entre Madrid y Córdoba,
- la segunda en el despliegue entre Córdoba y Sevilla.

La instalación de ERTMS N2 tiene que realizarse coordinadamente con el proyecto de instalación de la segunda capa del sistema de comunicación móvil GSM-R, así como con el proyecto constructivo para el tendido de cables de 96 fibras ópticas y para la instalación de las dos (2) líneas de alimentación a 750 Vac.

Las transiciones entre ERTMS y otros sistemas de protección de tren se realizarán desde/al N2, así como las transiciones a otros niveles de ERTMS. Se realizarán en N1 en los casos en los que se precise debido a la operación de la línea colateral en este nivel N1. En el caso específico de Atocha se instalará N1 debido a la necesidad de transitar desde N1 para evitar la complejidad de realizar un hand over entre RBCs en la salida de Atocha hacia Barcelona.

Se considera la instalación del ERTMS centralizado distribuido en Atocha (y opcionalmente en BTO y Córdoba) debido a la cantidad elevada de balizas a instalar, lo que obligaría a tender muchos cables C, con la consiguiente saturación de las canalizaciones y canaletas de Atocha, así como de la galería de acceso al edificio de Atocha. Por ello, se opta por una solución distribuida con los LEUs ubicados en armarios de campo, llegando el interfaz C desde la baliza hasta el armario y comunicándose los armarios entre sí y con los LEU controller a instalar en el edificio de Atocha, mediante un cable de FO dedicado.

Se procederá a la instalación de:

- Los Centros de Bloqueo por Radio (RBC) necesarios para LAV Madrid – Sevilla y sus respectivos Puestos Locales (PLE). Los RBC a instalar deberán tener la capacidad de comunicarse con los RBC de las líneas adyacentes. Para ello se generarán los interfaces oportunos; igualmente, se precisará dotar del equipamiento de comunicaciones necesario para garantizar la comunicación entre RBC de líneas adyacentes.
- Interfaces ERTMS con los ENCE, tanto nuevos como existentes
- Eurobalizas ERTMS, tanto fijas (de relocalización) como programables (para implementar la funcionalidad “stop if in SR”)
- Unidades Electrónicas de Línea (LEU) y Controladores Centralizados de LEU necesarios para cada una de las dependencias
- Puestos Centrales de ERTMS (PCE), uno principal, integrado en el CRC de Madrid-Puerta de Atocha, que será instalado en Delicias o en Villaverde, según determine Adif, y otro de respaldo a instalar en el edificio técnico de Madrid-Puerta de Atocha.
- Serán de aplicación de las “Reglas para la ubicación de balizas ASFA Digital Vía” contenidas en la norma NAS 154 ASFA digital vía: reglas para la ubicación de balizas 1ª edición mayo 2019.
- Se instalarán cartelones de limitación junto con balizas ASFA en todos los cambios significativos de velocidad, en caso de que existan, de acuerdo a lo indicado en NAV 5-0-1.1 “Señalización fija relativa a infraestructura y vía” y en la norma NAS 154 ASFA digital vía: reglas para la ubicación de balizas 1ª edición mayo 2019.
- Se mantendrá operativo el sistema de protección de tren LZB, al menos, hasta la finalización de la ejecución de este proyecto.

Para la transmisión de las informaciones entre el nuevo enclavamiento y el sistema LZB se tendrá que instalar un interfaz serie entre cada nuevo enclavamiento y el equipo KOB de la central LZB que corresponda.

Se prevé que serán necesarias modificaciones en el sistema LZB debido a las transiciones a implementar entre la LAV Madrid – Sevilla y otras líneas.

No se prevén modificaciones del sistema LZB por reubicación de señales avanzadas, ya que éstas no disponen de foco rojo.

Se plantea, igualmente, la problemática de qué puede suceder si durante las pruebas de ERTMS circulase un tren con sistema ERTMS a bordo y con STM para LZB, de modo que pudiera leer algún telegrama de baliza de ERTMS a través de la antena de ERTMS cuando está circulando al amparo del sistema LZB.

En la LAV Córdoba-Málaga se produjeron problemas de este tipo y se paraban los trenes cuando se perdía comunicación entre los Gestores de ERTMS (GR) adyacentes, ya que las balizas ERTMS no estaban tapadas.

- Asimismo, en las señales laterales luminosas con foco rojo, se descarta la integración de un foco con aspecto azul en las mismas, y se opta por realizar dicha funcionalidad con el foco blanco existente. En definitiva, resultará una funcionalidad similar a la del Córdoba-Málaga (donde se emplea el foco azul tanto para ERTMS como para LZB, según lo indicado en la Consigna experimental nº 52 "Prescripciones particulares para la circulación por la línea de alta velocidad Bif. Málaga- Málaga (ancho UIC)). En la LAV Madrid-Sevilla se utilizará el foco blanco para ambas funcionalidades, por lo que se precisará la definición de una funcionalidad específica que modifique el actual RCF y contemple desde un punto de vista normativa la validez de las informaciones de ERTMS con foco blanco en sustitución del foco azul que indica el RCF.

c) Control de Tráfico Centralizado

Se prevén las siguientes actuaciones:

- Se instalarán nuevos FEC (Front End de Comunicaciones) redundados, tanto para el CTC principal, o de línea, como para el CTC de respaldo, para el telemando de los nuevos ENCE que sustituirán a los actuales ESTW L90. La ubicación de los FEC será acordada entre el constructor y el tecnólogo del CTC.
- Se sustituirá el actual CTC de respaldo, de tecnología obsoleta, por un equipamiento concentrador de Puestos Locales de Operación (PLO), que no se integrará en el CRC.
- En las situaciones provisionales tendrán que convivir:

- El nuevo FEC redundado que conecte los nuevos enclavamientos al actual CTC 1000 de tecnología Thales (dado que los nuevos ENCE serán licitados, pueden ser de tecnología diferente al CTC actual, lo que obligará al desarrollo de protocolos que permitan esta conexión)
- El nuevo FEC redundado que conecte los nuevos enclavamientos al nuevo CTC a instalar en sustitución del CTC Command 900
- El FEC redundado existente que conecta los actuales ENCE L90 a ambos CTC existentes y que deberá enviar sus informaciones tanto al CTC 1000 que permanece como al nuevo CTC a instalar. En este último caso, se deberán enviar al nuevo CTC las informaciones de los ENCE L 90 que van quedando instalados a lo largo del proceso de obra, lo que requiere que la actual transmisión de información a través del PCI-FEC que trasmite información de los ENCE ESTWL90 I sea incorporada al nuevo CTC, mediante la realización de los interfaces pertinentes en función de la tecnología de diseño de ese CTC. Para ello, el adjudicatario deberá suministrar el desarrollo necesario para la realización de dicha integración.
- Queda pendiente definir si el lugar adecuado para los nuevos FEC es Atocha, Delicias o Villaverde.

d) Telecomunicaciones fijas

Las actividades previstas son las siguientes:

- El presente proyecto contempla la instalación del equipamiento necesario para disponer de un sistema de telecomunicaciones mediante transmisión por cables de fibras ópticas, en lugar de cables de cobre utilizados actualmente.
- Se prevé la instalación de nuevo equipamiento de Telecomunicaciones Fijas IP/MPLS en los Edificios Técnicos y equipamiento de red IP en Edificios, Casetas y resto de emplazamientos de la línea donde se necesite el acceso a este tipo de red.
- Asimismo, se prevé la instalación de equipamiento de Videovigilancia, Control de Accesos y Anti Intrusión en Edificios, Casetas y resto de emplazamientos de la línea donde se necesite este tipo de instalación.

- El tendido de cables de 96 fibras ópticas, uno a cada lado de la vía, no es objeto de este proyecto y será incluido en un proyecto constructivo para el tendido de cables de energía y comunicaciones a lo largo de la traza.
- Se precisan las segregaciones del cable de FO tanto a los elementos de la LAC Madrid-Sevilla (Edificios técnicos, casetas de CV y casetas de GSMR) entre Atocha y Bifurcación Torrejón, en el tramo en el que ya está tendida la fibra óptica, así como en el resto donde hay que tender nuevos cables.

e) Telecomunicaciones móviles

Las actividades previstas son las siguientes:

- Se prevé la dotación de una segunda capa de GSMR a la línea existente.
- Los equipos de la segunda capa se Instalarán en la misma ubicación física que la capa existente, compartiendo ubicación. Asimismo, se compartirán los mástiles y los sistemas radiantes.
- Será preciso adaptar la capa existente para verificar el cumplimiento de la ETI CMS reglamento 2016/919 y su modificativo 2019/776. Las actuaciones de renovación del equipamiento de la capa existente no son objeto de este proyecto, sino que se contemplan dentro del alcance del contrato de Mantenimiento de la línea.

Las actuaciones referentes a la instalación de la segunda capa GSMR no son objeto de este proyecto, sino del proyecto funcional de GSM-R de la LAV Madrid-Sevilla.

f) Edificación

Se prevén en este proyecto las siguientes actuaciones:

- Actuaciones relacionadas con reparación de acera perimetral, instalación de proyectores LED, suelo nuevo en zonas de personal y pasillos, bandejas de rejilla de pared y techo a colocar longitudinalmente en el pasillo y de conexión transversal entre salas, para el tendido de cableado, rehabilitación de aseos y vestuarios y colocación de cerraduras electromecánicas en puertas exteriores de los edificios.

- Instalación de nuevo sistema de aire acondicionado con máquinas de precisión compactas de exterior (tipo mochila).
- Extinción automática por gas: Cambio de cilindros de gas extintor heptafluoropropano (CF3CHF3) denominación comercial FM-200; por gas extintor FK 5-1-12 denominación comercial 1230. Se mantendrán todas las partes del sistema de extinción automática que sea posible reutilizar con el nuevo gas extintor.
- Ejecución de una caseta para almacén junto al edificio actual, para liberar espacios que se puedan usar para instalación de equipos nuevos.

Las actuaciones específicas en cada edificio vienen definidas en el anejo de "Edificios y Casetas Técnicas".

g) Obra civil

Se prevén las siguientes actuaciones:

- Se proyecta canaleta de hormigón de 400 mm entre señales de entrada en el ámbito de estación en zona donde no hay andén.
- Se proyecta la realización de la red de canalizaciones y zanjas en el ámbito de cada estación (en zona de andenes) para el tendido de los cables de interfaz C.

h) Suministro de energía

Las actuaciones a realizar son las siguientes:

- Los actuales Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI) instalados en las dependencias de la LAV Madrid – Sevilla tienen un tamaño considerablemente superior a los SAI modulares de última generación.

Se ha contemplado la sustitución de los SAI actuales por SAI modulares con el fin de renovar el sistema de energía de respaldo y, además, disponer de espacio para el equipamiento de energía adicional:

- Cuadros de protecciones generales
- Equipos de conmutación catenaria/compañía o grupo electrógeno
- Onduladores y rectificadores

- Transformadores mono/trifásico 230/400 V para alimentar a motores trifásicos
- Transformadores elevadores 230/750 V (uno por línea y cabecera)
- SAIs para las líneas de 750 V (uno por línea y cabecera). Estas SAIs serán de tipo modular, redundantes n+1, con alarmas y telegestionables con conexión OPC
- Los elementos de campo se alimentarán desde dos líneas de 750 Vac, a tender por el “Proyecto Constructivo de Infraestructura de Telecomunicaciones y Energía de la línea de alta velocidad Madrid – Sevilla”. Se contemplará la instalación de 2 líneas de 750 Vac telescópicas, una a cada lado de las vías. El cable de energía, en lo posible, se tenderá al principio de la actuación conjunta, en su primer año y medio.
- No se precisan nuevas acometidas locales de compañía, dado que las actuales se estiman suficientes para los pequeños incrementos de consumo previstos (nuevas BTS).

Estas actuaciones son objeto del proyecto constructivo para el tendido de cables de fibra óptica y energía.

i) _Sistemas auxiliares de detección

Las actividades previstas son las siguientes:

- Se contempla la sustitución de los actuales armarios de los sistemas Detectores de Caída de Objetos (DCO o EDD) que actualmente están comunicados mediante cable de cobre.
Los nuevos armarios a instalar para los DCO dispondrán de un sistema de comunicación mediante cable de fibra óptica, comunicándose tanto con el SCVS integrado en el CRC de Atocha como con el ENCE que controla la zona en la cual se ubican.
Esta actividad se prevé para los años 6 a 10.
No obstante, los enclavamientos, instalados con anterioridad, en las fases 1 y 2, deberán integrar la funcionalidad de información de DCOs, para que no sea necesario modificar el software en el momento de implementación de esta funcionalidad.
- En la realización de la conexión con los ENCE se deberán suministrar los CDS para integrar las informaciones procedentes de los DCO de Thales en los enclavamientos de tecnología a licitar, debiendo aportar el adjudicatario el desarrollo correspondiente para la realización de dicha integración. No es objeto del proyecto el suministro de DCE.

- No se prevén actuaciones relacionadas con la integración de los DCDP (instalados en Ablates y los Yébenes) en el telemando de detectores.
- Hay un DIV en el ramal La Sagra-Toledo integrado el telemando de detectores de Atocha. No es objeto de este proyecto.
- Los DCC disponen de direccionamiento IP, y se comunican por cables de pares, hasta el Edificio Técnico, luego van por la F.O. (SDH). Hay que introducir equipamiento de Comunicaciones (IP) en las casetas para que salgan por FO directamente. Con respecto a la sustitución de pedales, ya se ha contratado a través de la Subdirección de Operaciones AV la sustitución de los pedales, y adecuación del Software en el CRC de Atocha.

l) Levante y desmontaje de instalaciones no aprovechables en la situación definitiva.

Las actividades previstas son las siguientes:

- Levante/desmontaje de todos los elementos tanto de campo y de cabina, que quedan fuera de servicio debido a las actividades descritas en los apartados anteriores.

m) RAMS.

Se contemplan las bases para que los licitadores al contrato, contemplen en la solución técnica ofertada las prescripciones que fijan los requisitos mínimos a considerar en cuanto a la fiabilidad, disponibilidad, mantenimiento y seguridad de los componentes integrantes o asociados a los distintos sistemas objeto del presente Proyecto.

Según la Normativa UNE-EN 50126-1 todas las entidades participantes en cualquiera de las fases de fabricación, constructiva y de ingeniería de alguno de los elementos del sistema propuesto, deben realizar su particular gestión en los procesos RAMS en sus partes correspondientes, redactando el correspondiente Dossier de Seguridad.

n) Pruebas de validación y verificación

Realización de pruebas de validación de la funcionalidad y de verificación de las instalaciones del tramo objeto del presente Proyecto hasta la puesta a disposición comercial en cada una de las situaciones provisionales y definitiva, verificando la correcta funcionalidad de las instalaciones a la finalización de las pruebas de verificación para la normal explotación de la línea y sus conexiones con todas las Líneas de Alta Velocidad a las que está conectada la línea Madrid Sevilla, accesos a Talleres, y accesos a cambiadores de Ancho. de acuerdo a los requisitos reglamentarios especificados en el Reglamento del Sector Ferroviario, aprobado mediante el Real Decreto 2387/2004 de 30 de diciembre.

o) Documentación de seguridad e ISA

Se ha contemplado en el presente proyecto, el coste de la supervisión de la documentación de seguridad ligada al diseño y a la ejecución del correspondiente Proyecto, especialmente la derivada de la Gestión de riesgos y el Dossier de seguridad, así como la Evaluación Independiente (ISA) de la implantación de los sistemas en sus diferentes fases de implementación.

3.4.1. Instalaciones de seguridad

El control y el mando de los elementos y aparatos de campo, el establecimiento de las rutas y de las maniobras de los trenes que estén en el ámbito interno de las estaciones serán realizados y asegurados por los enclavamientos electrónicos a instalar.

Al sustituir los enclavamientos anteriormente mencionados hay que sustituir a su vez los controladores de objetos (COBJ) dependientes de estos.

Se mantiene el sistema de bloqueo empleado en la LAV Madrid – Sevilla para el control de trenes entre los enclavamientos, que es el denominado Bloqueo de Control Automático (BCA). Este tipo de bloqueo es electrónico y está centralizado en cabina, y se implementará entre los nuevos enclavamientos a instalar y los que permanecen en la línea.

3.4.1.1. Enclavamientos y Bloqueos

Se sustituirán los enclavamientos de tecnología electrónica ESTW L90 de Thales en las diez dependencias de la LAV Madrid-Sevilla que se indican a continuación, es decir: Atocha, La Sagra, Urda, Ciudad Real, Puertollano, Brazatortas, Córdoba I, Córdoba II, Córdoba III y Majarabique por nuevos enclavamientos electrónicos de última generación, así como los Controladores de Objetos asociados a estos. Esta actuación tiene dos singularidades:

- Bif Torrejón, que dispone de un enclavamiento Intersig L905E, que se conserva
- Atocha, donde actualmente hay dos enclavamientos (Atocha I y Atocha II) que se sustituirán por un solo enclavamiento de tecnología electrónica de última generación.

Se instalarán Controladores de Objetos en las dependencias asociadas a cada ENCE (citadas en la tabla I. Dependencias de la LAV Madrid-Sevilla) excepto en el caso de Bif Torrejón en el que permanece el actual ENCE Intersig L905E.

En general, los nuevos ENCE se ubicarán en las salas donde actualmente se contienen los ordenadores de los ESTW L90. La excepción será Atocha, donde, debido a las específicas características del edificio de Atocha, se precisará instalar el nuevo enclavamiento en la sala donde actualmente se ubica el CTC de respaldo.

De forma general, el espacio liberado por los ENCE actuales se utilizará para los nuevos bastidores de circuitos de vía y de grupos de aguja. El espacio que se libere al desalojar los bastidores de circuitos de vía se podrá usar para el futuro sistema ERTMS (LEUs y LEUs Controllers).

3.4.1.1.1 Enclavamientos

Estos equipos sustituirán a los actuales enclavamientos y controladores de objetos existentes. Dichos enclavamientos recogerán el mando y control de todos los elementos de señalización a instalar en las estaciones y trayectos

Las ventajas que aporta este tipo de enclavamiento sobre los tradicionales de relés son las siguientes:

- Tecnología en continua y rápida evolución, frente al inmovilismo de la tecnología de relés.
- Construcción modular que permite adaptar los equipos al tamaño particular y a los requerimientos de cada instalación.
- Locales con menor superficie que los tradicionales.
- Versatilidad para conexión a los distintos sistemas de señalización, bloqueo, CTC, etc., sin necesidad de equipos adicionales, con el simple aumento de tarjetas para las distintas funcionalidades requeridas.
- Flexibilidad:
- La aplicación de la lógica mediante el enlace de módulos de programas asegura un grado elevado de flexibilidad en la configuración de la instalación y sus posibles revisiones.
- 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.
- 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.
- 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.

En función de lo indicado anteriormente, se ha elegido como más conveniente la solución de enclavamiento electrónico, basado en microprocesadores de última generación y diseñados para estaciones de pequeño o mediano tamaño, con la elevada fiabilidad y disponibilidad.

Esta arquitectura modular permite proyectar con el número de equipos adecuado al tamaño particular de cada estación, así como a los requerimientos de cada instalación. También permite la adición de los elementos necesarios sin afectar al hardware básico, interconectarse directamente con otros sistemas externos o que se utilicen en los enclavamientos eléctricos (contactos de relés, interruptores, manetas, etc.), así como telemandos y relaciones con otros sistemas de bloqueo.

Los sistemas electrónicos a instalar para enclavamientos y bloqueos deberán cumplir 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 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 (ADIF), 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 la antigua RENFE, destacando fundamentalmente las siguientes: norma 03.432. 800 sobre “Explotación y seguridad de enclavamientos eléctricos”, norma 03.432. 806 sobre “Explotación y seguridad de los bloqueos automáticos” y norma SV-01 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.

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 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. Cada enclavamiento tendrá un número de estos módulos en función de su tamaño, y teniendo en cuenta la capacidad de cada uno de dichos módulos.

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

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 para estaciones pequeñas.
- 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.

3.4.1.1.2 Bloqueo

Se suministran los interfaces de bloqueo de los nuevos enclavamientos a instalar con las fronteras tecnológicas existentes, es decir:

- Madrid-Atocha Cercanías (para las relaciones de bloqueo con Madrid-Puerta de Atocha). El actual ENCE de Atocha Cercanías es un ESTW L90. Se precisa interface entre este ENCE y el nuevo a instalar en Madrid- Puerta de Atocha. Asimismo, dado que la conexión es a través del cambiador, se precisa una conexión a través del PLC que transmite las informaciones del propio Cambiador.
- Cerro Negro (para las relaciones de bloqueo con Madrid-Puerta de Atocha). El actual ENCE de Cerro Negro es un ESTW L90. Se precisa interface entre este ENCE y el nuevo a instalar en Madrid- Puerta de Atocha.
- Madrid Sur (para las relaciones de bloqueo con Madrid-Puerta de Atocha). Actualmente, hay un COBJ de Ansaldo en Madrid Puerta de Atocha. Las relaciones son a través de un interfaz paralelo.
- En Los Gavilanes se tendrá que instalar un nuevo interfaz para las relaciones de bloqueo con Madrid Sur a través del By-Pass entre la LAV Madrid – Barcelona y la LAV Madrid – Sevilla. Actualmente, hay un COBJ de Ansaldo en Los Gavilanes. Las relaciones son a través de un interfaz paralelo.
- Bifurcación Torrejón de Velasco, donde se precisará la instalación de dos (2) interfaces, uno para las relaciones de bloqueo con Madrid-Puerta de Atocha y otro para las relaciones de bloqueo con La Sagra.
- Se considera que las relaciones de bloqueo entre Bifurcación Torrejón y Valdemoro AV se mantienen, así como con Jardín Botánico a través de los actuales interfaces serie existentes.

- Toledo (para las relaciones de bloqueo con La Sagra). Actualmente, hay un interfaz paralelo con el Westrace de Toledo. Se seguirá utilizando.
- Talleres de La Sagra (para las relaciones de bloqueo con La Sagra) El actual ENCE de Talleres La Sagra es un ESTW L90. Se precisa interface entre este ENCE y el nuevo a instalar en La Sagra.
- Alcolea de Córdoba convencional (para las relaciones de bloqueo con Córdoba I por el cambiador de ancho de ejes de Alcolea). Actualmente hay un interfaz paralelo entre el ESTW L90 de Córdoba I y el Intersig L905 de Alcolea. Asimismo, hay un interfaz paralelo con el propio Cambiador.
- La Marota (para las relaciones de bloqueo con Córdoba II) Actualmente hay un COBJ del Intersig L905 de La Marota en Bif Málaga para establecer relación mediante interfaz paralelo con el ESTW L90 de Córdoba II.
- No hay bloqueo en Majarabique con convencional. Se prevé dotar de bloqueo automático las relaciones entre el nuevo enclavamiento de Majarabique AV con el enclavamiento existente Intersig L905 de Majarabique convencional. Se precisará un interface en el caso de que la tecnología del nuevo enclavamiento de alta velocidad sea de diferente tecnología al instalado en convencional.
- No se considera el futuro by pass de Almodóvar. Se entiende que será objeto del proyecto de realización del by pass indicado.

El bloqueo entre los enclavamientos de la LAV se realizará utilizando como medio físico de transmisión la fibra óptica, objeto de estas actuaciones.

En las situaciones provisionales, se deberá contemplar el diseño de interfaces serie entre los nuevos ENCE a instalar y los ESTW L90 que serán dados de baja progresivamente. El adjudicatario deberá considerar el desarrollo de estos interfaces.

Los bloqueos entre enclavamientos cumplirán funcional y operativamente lo indicado en la norma 03.432.806 sobre "Explotación y Seguridad de Bloqueos Automáticos".

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

Cuando se establece el bloqueo en un sentido, el enclavamiento ordena a las señales que se encuentran situadas en el trayecto 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; ésta retirada de mando puede ser un comando individual para cada señal o un mando conjunto: el cierre de señales de bloqueo.

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

En el equipamiento de los nuevos enclavamientos que incorporen los bloqueos comprenderá los módulos electrónicos que permiten el mando y supervisión de las señales de bloqueo y las entradas de ocupación y liberación de los cantones de trayecto.

- Los módulos de encendido y comprobación de las señales de bloqueo serán similares a la del resto de señales del enclavamiento.
- Los módulos de entrada/salida para inserción de los estados de los circuitos de vía de los cantones de bloqueo del trayecto serán idénticos a los del resto de circuitos de vía.

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 o a través de medios metálicos, 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 trasmitan entre sistemas o equipos colaterales incluirán la identificación positiva de origen y destino con funciones de bloqueo.

3.4.1.1.3 Puesto local de operación

Se instalarán nuevos Puestos Locales de Operación de tipo videográfico con mando por teclado y ratón en los gabinetes de Circulación correspondientes a los nuevos enclavamientos, sustituyendo a los actualmente instalados de tipo tablero gráfico.

Se ha proyectado la instalación de puestos de mando local a través de ordenadores personales (PC) en las estaciones del tramo, con el número de monitores adecuado para cada una de ellas, con mando por teclado y ratón.

El puesto local de operación es el sistema que permite el control de los enclavamientos en modo local, por medio del envío de órdenes al enclavamiento para ejecutar los diferentes itinerarios y movimientos individuales de los enclavamientos electrónicos y la visualización del estado de los elementos de señalización relacionados con los mismos. Contendrá todos los elementos de mando e indicaciones necesarias para controlar la zona que pertenece al enclavamiento y los mandos e indicaciones de bloqueo asociados. Será necesario introducir un comando específico de acceso al equipo, tipo contraseña.

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

Está constituido por una unidad central de proceso instalado en la misma cabina del enclavamiento, y mediante KVM conectará con los periféricos instalados en el propio Gabinete de Circulación: teclado, ratón óptico y dos monitores.

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".

3.4.1.1.4 Registrador jurídico (JRU)

Se ha proyectado el suministro e instalación de un registrador jurídico en cada uno de los enclavamientos de nueva instalación, cuyo objeto es permitir la reconstrucción del estado del sistema en el caso de que se produzca un incidente.

El registrador jurídico es capaz de almacenar secuencialmente 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, el estado de los elementos de campo, la información intercambiada con otros sistemas, y cualquier evento relevante desde el punto de vista de seguridad.

3.4.1.1.5 Sistema de ayuda al mantenimiento de los enclavamientos (SAM)

También se ha proyectado dotar de un sistema de ayuda al mantenimiento (SAM) a cada uno de los enclavamientos de nueva instalación. Se instala SAM local, así como la instalación y configuración del SAM central en los CTC de línea y de respaldo. El sistema previsto incluye dos niveles de mantenimiento:

- Sistemas de ayuda al mantenimiento de enclavamientos locales (SAM locales), que posibilitan la monitorización de forma local de los eventos e incidencias generados en cada enclavamiento.

- Sistema de ayuda al mantenimiento de enclavamientos central (SAM Central), que posibilitan la monitorización de forma remota de los eventos e incidencias generados en todos los enclavamientos. Está formado a su vez por:
 - Puestos de operador: En ellos se centraliza la visualización de la información existente en los SAM Locales.
 - Servidores de Datos: Reciben y almacenan la información de los SAM Locales. Estarán ubicados en el Puesto Central de Mantenimiento.

3.4.1.2. Sistemas de detección de presencia de tren

No se modifican los sistemas de detección de tren actuales basados en circuitos de vía de audiofrecuencias en lo que respecta a su equipamiento de campo.

Sí será objeto del proyecto la sustitución de equipos interiores de circuitos de vía de audiofrecuencia FTG-S, de tecnología Siemens, por equipos interiores de circuitos de vía de audiofrecuencia TCM-100, también de tecnología Siemens.

Esta actuación se realizará en todas las dependencias de la LAV Madrid – Sevilla donde haya instalados equipos FTG-S, incluyendo las casetas técnicas.

Los nuevos equipos interiores de circuitos de vía TCM 100 son compatibles con el actual equipamiento de campo de los equipos FTG-S, que no es necesario sustituir.

La sustitución se realizará en los años 6 a 10, excepto en los casos (Atocha) en los que se precisa liberar espacio, o en otros edificios en los que la necesaria liberación de espacio requiera que esta actuación se realice en la fase de instalación de enclavamientos.

3.4.1.2.1 Circuitos de vía de audiofrecuencias

Se ha proyectado, por lo tanto, la instalación de equipamiento de cabina de circuitos de vía de audiofrecuencia de tipo TCM-100, compatible con el equipamiento instalado en campo, de forma que se evite la actuación en campo.

Dichos circuitos de vía de audiofrecuencia están codificados con una serie de bits, no poseen juntas mecánicas de separación, sino que los carriles son continuos y la separación se logra eléctricamente mediante resonancias con la vía y el empleo de frecuencias diferentes en circuitos de vía adyacentes. Estos circuitos de vía están alimentados a distancia.

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 que a su vez exige en su apartado 5.1 que “el sistema de detección de trenes estará diseñado de manera que pueda detectar de forma segura y fiable la presencia de un vehículo con unas características determinadas según las siguientes normas: ERA/ERTMS/033281 y EN 50238/CLC/TS 50238-2/ETH 2010”

Asimismo, la ET de ADIF ET 03.365.311.4 citada exige: en su apartado 5.6.1 “el sistema deberá suministrar la indicación de sección de vía ocupada para resistencias de shunt entre carriles iguales o inferiores a 0,5 Ω (shunt límite establecido en la RFIG) según la norma UNE-EN 50617-1.

Igualmente, en su apartado 5.2 exige “con shunt no superior a 0,0001 Ω a 1,50 m en el exterior del lazo o área de sintonía no se ocupará el circuito de vía adyacente.

Siguiendo las indicaciones de instalación del producto según el requisito F6 de la ET 03.365.311.4 el sistema tendrá una longitud objetivo de zona de no detección de cero metros, siendo, para las tecnologías en las que se produzcan zonas muertas, la máxima longitud de zona muerta admisible será inferior a 3 m según indica el documento ERA/ERTMS/03328 v3.0.

Los circuitos de vía a instalar deberán estar diseñados de tal forma que sean capaces de detectar un vehículo o una composición con los condicionantes impuestos al material rodante en los puntos 3.1.2.1, 3.1.2.4 y 3.1.2.6 del documento ERA/ERTMS/03328 v3.0. La longitud mínima impuesta para un cantón de señalización en el apartado 3.1.2.1 es de 20 m., por lo que siguiendo las indicaciones de instalación del mismo el tren siempre será detectado. Asimismo, requerirá zonas muertas inferiores a 3 m según el apartado 3.1.2.4. Igualmente, la longitud mínima impuesta en el apartado 3.1.2.5 será de 5 m. Los circuitos de vía a instalar deberán estar diseñados de tal forma que el campo de detección estará garantizado para material rodante de las características definidas en los apartados 3.1.4, 3.1.5, 3.1.6, 3.1.7, 3.1.8, 3.1.9 y 3.1.10. del documento ERA/ERTMS/033281 v3.0.

Con respecto al apartado 3.2.1 del documento ERA/ERTMS/03328 v3.0, las frecuencias reservadas para circuitos de vía es un punto abierto.

Las ventajas que suponen los circuitos de vía de audiofrecuencia codificados con bits son 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.

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 o soldadura aluminotérmica, 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 el edificio concentrador de equipos y la unidad de conexión de vía extrema (normalmente receptores).

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

3.4.1.3. Aparatos de vía

No es objeto de este proyecto la sustitución de los motores de los aparatos de vía.

Sí que se precisa, en cambio, la sustitución de los grupos de relés de mando de agujas en cabina, dado que los existentes actualmente no son válidos con enclavamientos diferentes al ESTW L 90.

3.4.1.4. Señales

Algunas señales avanzadas no se encuentran ubicadas a la distancia de frenado de la correspondiente señal de entrada, de acuerdo con la normativa vigente.

Por tanto, en este proyecto se contempla el traslado de las señales avanzadas no ubicadas a la distancia de frenado según la ETI 2008/232/CE, de material rodante, con tiempo equivalente de aplicación de 2 s y deceleración media de 0,6 m/s². Para el traslado de las señales, con el fin de minimizar el tiempo de cambio de señal, se procederá a instalar una nueva señal en la nueva ubicación, junto con la correspondiente baliza ASFA e interfaz de conexión de ésta.

La nueva señal a instalar será como las actualmente existentes, esto es, de fundición gris, no modular, con focos LED.

Las señales a instalar se ajustarán a las especificaciones de ADIF vigentes.

Normativa señales:

- ET 03.365.011.0, Señales luminosas modulares para focos LED (1ª edición, junio 2017)
- ET 03.365.501.0, Focos LED para señales luminosas modulares (1ª edición, junio 2017)
- ET 03.365.010.2 Adaptador de foco LED para señal alta y señal piloto (1ª edición, junio 2017)
- E.T. 03.365.502.8 Lámpara LED para señales luminosas existentes no modulares (1ª edición, julio 2018)
- 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

Además, se dotará de pantallas alfanuméricas indicadoras de velocidad a las señales con indicación V/A en que sea necesario. El suministro de estas pantallas se realizará de acuerdo a la especificación técnica nº 03.365.006.3 "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.

3.4.1.5. Pantallas fijas de información

En caso de ser necesario, se instalarán pantallas fijas de información, también denominadas cartelones, de acuerdo con las especificaciones y criterios de ADIF, en concreto la ET 03.360.900.9 "Señales fijas no luminosas".

Se instalarán pantallas de proximidad en las nuevas señales avanzadas.

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

Se instalarán, si procede, en función de lo que indiquen los programas de explotación a elaborar por ADIF para las situaciones provisionales y final, cartelones de limitación junto con balizas ASFA en todos los cambios significativos de velocidad, en caso de que existan, de acuerdo a lo indicado en la NAV 5-0-1.1 "Señalización fija relativa a infraestructura y vía" y en la norma NAS 154 ASFA digital vía: reglas para la ubicación de balizas 1ª edición mayo 2019."

3.4.1.6. Red de cables

Se ha previsto, a lo largo de todo el tramo objeto del Proyecto, el tendido de los cables para las instalaciones de enclavamientos y sistemas de protección del tren necesarios. En concreto se instalarán cables desde la caja de terminales actual hasta la nueva caja de terminales a instalar para las señales de avanzada que modifican su ubicación. Se utilizarán cables multiconductores y de cuadretes, de acuerdo a las características de cada elemento y de acuerdo a la especificación técnica de ADIF ET 03.365.052.4 (1ª ed., junio 2017), Cables multiconductores, pares y cuadretes para instalaciones de señalización y telecomunicaciones.

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

Para el diseño de la red de cables de señalización y de comunicaciones, se considera la electrificación de la línea a 25 kV 50 Hz ca, por lo que, previendo las posibles interferencias electromagnéticas que puede producir esta tensión, se ha proyectado la instalación de cables con factor de reducción 0,1 ó 0,3.

Tendrán cubierta ignífuga y exenta de halógenos los cables principales en su acceso a túneles y a los edificios técnicos.

Las características de los cables de los distintos elementos de las instalaciones de enclavamientos y sistemas de protección del tren son las siguientes:

- Cables de cuadretes, con diámetro 1,4 y 0,9 mm, aislamiento de polietileno y cubierta CCPSSP, como cables principales y secundarios para señales laterales luminosas, balizas ASFA, contadores de ejes y circuitos de vía. Dichos cables son con Factor de Reducción 0.3 frente a las perturbaciones electromagnéticas.
- Cables multiconductor, de 1,5 mm² de sección, aislamiento de polietileno y cubierta CCPSSP, con Factor de Reducción frente a las perturbaciones electromagnéticas., para motores de aguja, cerraduras Bouré, comprobadores y mandos locales de aguja.
- Los cables secundarios para señales, ASFA y circuitos de vía serán de 1x4x0,9 mm de diámetro tipo EAPSP, los cables para contadores serán 1x4x1,4 mm de diámetro del mismo tipo

- Los cables secundarios para accionamientos eléctricos serán de 1,5 mm² de sección y tipo EAPSP.
- Los empalmes de los distintos cables utilizados se realizarán con los métodos homologados por ADIF.

El tipo de cubierta empleado, es de tipo CCPSSP en el caso general de los cables de trayecto. No obstante, tendrán cubierta de tipo CCTSST aquellos cables que se tienden en túneles, en accesos a los Edificios o Casetas Técnicas, entre el Edificio o Caseta Técnica hasta la correspondiente primera caja de conexión de cables, y donde exista tránsito habitual de personas, de acuerdo a lo dispuesto en la citada especificación técnica de ADIF nº 03.365.052.4.

Se emplean cables independientes para agrupar los distintos tipos de servicios, separando entre señales, motores, contadores de ejes y circuitos de vía.

Todos los cables tendidos en túneles, accesos a edificios técnicos y en general para zonas donde haya personas de forma permanente, tendrán cubierta ignífuga no propagadora de incendios ni de llama de acuerdo al RD 842/2013 de 31 de octubre, clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego y de acuerdo a lo indicado en el Reglamento Delegado UE 2016/364. Asimismo, se cumplirá lo indicado en la Decisión de la Comisión 2006/751/CE, en caso de incendio, los cables expuestos tendrán las siguientes características: baja inflamabilidad, baja capacidad de propagación del fuego, baja toxicidad y baja densidad de humos. Estos requisitos se cumplen si los cables satisfacen como mínimo los requisitos de la clase b2ca, s1a, a1.

Se instalarán cajas de terminales para la distribución de los cables de señalización junto a las señales de avanzada a instalar.

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

Los empalmes de los distintos cables utilizados se realizarán con los métodos homologados por ADIF y se han considerado en este proyecto las siguientes distancias de empalmes:

- Cable de comunicaciones < 14 # y circuitos de vía 1 #, cada 920.
- Cable de circuitos de vía restantes, cada 460 m.
- Cable de comunicaciones de 14 #, cada 460 m.
- Cable de señalización hasta 37 conductores, cada 1.000 m.
- Cable de señalización de 48 conductores, cada 750 m.
- Cable de energía para líneas de 2.200 V, cada 800 m.

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. En todos los cables, pantalla y armadura quedarán conectadas galvánicamente en ambos extremos, en cada vano que resulte del tendido de la bobina.

Para diseñar la red de distribución de cables se han seguido los criterios siguientes:

- No se han utilizado cables con un número de conductores superior a 48 por su manejo difícil, al tratarse de cables armados.
- Se han establecido, como mínimo, las siguientes reservas de conductores en los cables generales:
 - Un 10% cuando el cable se tiende por canaleta y canalización.

3.4.1.7. Armarios y cajas de terminales

Se instalarán nuevas cajas de terminales para la distribución de cables junto a las nuevas señales de avanzada a instalar.

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.

Se instalarán armarios para la localización de LEUs en campo en Atocha, BTO y Córdoba

En cumplimiento de la ETI relativa a las personas con movilidad reducida en el sistema ferroviario transeuropeo (reglamento UE 1300/2014, no se prevé la colocación de cajas de terminales en andenes y otros lugares de acceso público, de forma que permitan los recorridos libres de obstáculos.

3.4.2. Sistemas de Protección del Tren

Los sistemas de protección del tren proyectados son los siguientes:

- ASFA para:
 - las señales de avanzada a instalar.
 - Balizas previas para señales de salida en el caso de que el punto de parada esté a 70 m o más del pie de señal
 - Balizas de pie de señal para señales de maniobra que no dispongan de ellas

Se proyecta instalación de baliza ASFA Digital con interfaz antiperturbaciones, según criterio indicado por ADIF.

El sistema a implantar deberá estar probado, validado, verificada su funcionalidad y autorizado por ADIF (acreditado) antes de su puesta en servicio, debiendo disponer de las correspondientes pruebas de validación y de verificación funcional.

Se mantiene el sistema ASFA analógico actualmente instalado en el resto de las señales existentes y que no son objeto de sustitución en el proyecto.

- ERTMS N2

El despliegue del ERTMS N2 se realizará en dos (2) fases: la primera consistirá en el despliegue entre Madrid y Córdoba, la segunda en el despliegue entre Córdoba y Sevilla.

La instalación de ERTMS N2 tiene que realizarse coordinadamente con el proyecto de instalación de la segunda capa del sistema de comunicación móvil GSM-R, así como con el proyecto constructivo para el tendido de cables de 96 fibras ópticas y para la instalación de las dos (2) líneas de alimentación a 750 Vac.

Las transiciones entre ERTMS y otros sistemas de protección de tren se realizarán desde/al N2, así como las transiciones a otros niveles de ERTMS.

- LZB

Asimismo, se mantiene el actual sistema LZB en servicio en el ámbito de las actuaciones de este proyecto. No se prevé su desinstalación. En todo caso, se precisará su modificación debido a:

- Necesidad de instalar señales con foco rojo en las transiciones de nivel, lo que genera nuevos puntos de parada al sistema LZB
- Posibles modificaciones del sistema LZB debido a la necesidad de generar interfaces con los nuevos enclavamientos, en el caso de que se opte por una tecnología diferente a la del instalador actual

3.4.2.1. Sistema ASFA

El sistema de Anuncio de Señal y Frenado Automático analógico existente se utiliza como sistema de respaldo de operación de gestión y control.

El sistema ASFA (Anuncio de Señales y Frenado Automático) es un sistema de control que envía a través de las balizas situadas en la vía (emisores), a pie de señal y en una posición previa a la señal, la información correspondiente al aspecto de la señal en cada momento al tren (receptor).

El sistema embarcado en el vehículo transmite dicha información al maquinista que debe reconocer la información acústica emitida por el mismo y actuar consecuentemente. En caso de ausencia de actuación, el sistema ASFA aplica automáticamente el freno de emergencia para detener el tren.

El sistema ASFA se diseñó para que fuese compatible con la electrificación del tramo y con las perturbaciones generadas por las corrientes y retorno de tracción y las corrientes regenerativas del freno e interferencias electromagnéticas.

Se ha proyectado la instalación de la baliza del sistema ASFA Digital en todas las nuevas señales de avanzada objeto del proyecto, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Todas las señales de avanzada dispondrán de una baliza previa, situada a unos 300 metros antes de la señal.
- Se instalarán balizas ASFA asociadas a reducciones significativas de velocidad de acuerdo a lo indicado en la NAV 5-0-1.1 "Señalización fija relativa a infraestructura y vía" y en la norma NAS 154 ASFA digital vía: reglas para la ubicación de balizas 1ª edición mayo 2019, en el caso de que se determine su necesidad.

Se instalarán balizas del sistema ASFA Digital (Anuncio de Señales y Frenado Automático) en todas las señales de nueva instalación en consonancia con el comunicado de cese de suministro de balizas ASFA analógicas de fecha 16-02-2017.

Las balizas a instalar deberán disponer de un sistema de configuración que permita definir los valores de fondo, configurados de modo que se disponga de las frecuencias habilitadas para pasos a nivel, previendo que los pasos a nivel no se den de baja antes de disponer del interfaz digital.

3.4.2.2. Sistema ERTMS N2

La definición de los requisitos técnicos y funcionales necesarios de los equipos a modificar o instalar (RBC, eurobaliza, interfaz C) del sistema ERTMS cumplirán lo especificado en los parámetros básicos de la ETI control-mando y señalización (reglamento 2016/919 y modificativo 2019/776) y, en particular, las referencias a las siguientes especificaciones obligatorias:

- En referencia al parámetro 4.2.1:
 - Subset 091: Safety Requirements for the technical interoperability of ETCS in levels 1 and 2 (version 2.5.0) que define un THR (Tolerable Hazard Rate) para ETCS remitiéndose al Subset 088 Parte 3.
- En referencia al parámetro 4.2.3:
 - Subset 041: Performance requirements for interoperability (version 2.1.0)
 - ERA/ERTMS/003204: ERTMS/ETCS functional requirements specification (version 5.0)
 - Subset 026: System Requirements specification (version 2.3.0)
 - Subset 040: Dimensioning and engineering rules (version 2.3.0)

- Subset 108: Interoperability related consolidation on TSI Annex A Documents (version 1.2.0)
- TFM021046-DF-4 Parte 2: Funcionalidad nacional del sistema ERTMS infraestructura (versión 20)
- TFM021046-DF-4-Anejo 1: Descripción técnica de los paquetes y variables específicos de las funciones nacionales de ERTMS/ETCS (versión 15)

- En referencia al parámetro 4.2.4:

- EN 301515: Global System for Mobile Communication (GSM): Requirements for GSM operations on railways (version 2.3.0)
- TS 102281: Detailed requirement for GSM operations on railways (version 3.0.0)
- (MORANE) TS 103169: ASCII options for interoperability (version 1.1.1)
- (MORANE) P 38 T 9001 FFFIS for GSM-R SIM Cards(version 5.0)
- ETSI TS 102610: Railway Telecommunication: GSM: Usage of the UUIE for GSM operation on railways (version 1.3.0)
- (MORANE) F 10 T 6001: FFFS for Location Dependent Addressing (version 4)
- (MORANE) F 12 T 6001: FIS for Location Dependent Addressing (version 3)
- EIRENE FRS: GSM-R Functional Requirements Specification (version 8.0.0)
- EIRENE SRS: GSM-R System Requirements Specification (version 16.0.0)
- (MORANE) F 10 T 6002: FFFS for Confirmation of High priority Calls (version 5.0)
- (MORANE) F 12 T 6002: FIS for Confirmation of High priority Calls (version 5.0)
- (MORANE) E 10 T 6001: FFFS for Functional Addressing (version 4.1)
- (MORANE) E 12 T 6001: FIS for Functional Addressing (version 5.1)
- (MORANE) F 10 T 6003FFFS for Presentation of Functional Numbers in Called and Calling Parties (version 4)

- (MORANE) F 12 T 6003: FIS for Presentation of Functional Numbers in Called and Calling Parties (version 4)
- En referencia al parámetro 4.2.5:
 - EN 301515: Global System for Mobile Communication (GSM): Requirements for GSM operations on railways (version 2.3.0)
 - TS 102281: Detailed requirement for GSM operations on railways (version 3.0.0)
 - SUBSET 037: EuroRadio FIS (versión 2.3.0)
 - SUBSET 092-1: ERTMS EuroRadio Conformance Requirements (versión 2.3.0)
 - SUBSET 092-2: ERTMS EuroRadio test safety cases layer (version 2.3.0)
 - Subset 036: FFFIS for Eurobalise (version 2.4.1)
 - Subset 085: Test specification for Eurobalise FFFIS (version 2.2.2)
- En referencia al parámetro 4.2.6:
 - A11T6001(MORANE) Radio Transmission FFFIS for EuroRadio (version 13.0.0)
- En referencia al parámetro 4.2.7:
 - Subset 039: FIS for the RBC/RBC handover (version 2.3.0)
 - Subset 098: RBC-RBC Safe communication Interface (version 1.0.0)
 - Subset 036: FFFIS for Eurobalise (version 2.4.1)
- En referencia al parámetro 4.2.8:
 - Subset 038: Off line key Management FIS (version 2.3.0)
- En referencia al parámetro 4.2.9:
 - Subset 054: Responsibilities and rules for the assignment of values to ETCS variables (version 2.1.0)
- En referencia al parámetro 4.2.10:
 - ERA/ERTMS 033281: Interfaces between CCS track-side and other subsystems. (punto 3.1) (versión 4.0)
- En referencia al parámetro 4.2.11:
 - ERA/ERTMS 033281: Interfaces between CCS track-side and other subsystems. (punto 3.2) (versión 4.0)
- En referencia al parámetro 4.2.16:
 - las condiciones medioambientales especificadas en los documentos enumerados en el anexo A cuadro A2 de la ETI control-mando y señalización (Reglamento 2016/919) y citados en este mismo apartado, las siguientes:
 - ERA/ERTMS/003204: ERTMS/ETCS (versión 5.0): apartado 9: environmental specification (intentionally deleted)
 - Subset 036 (version 2.4.1): apartado 5.7. Specific environmental conditions for balises y apartado 6.6: Specific environmental conditions for antennas
 - Subset 040 (versión 2.3.0): capítulo 4: Rules, referencias a subset 036 en:
 - Apartado 4.1.1: rules for balises
 - Apartado 4.1.2. rules for Eurobalise antenna
 - Asimismo, y aunque no es un criterio de interoperabilidad, los contadores de ejes deberán cumplir lo indicado respecto a ensayos medioambientales en la ET 03.365.310.6. y los circuitos de vía lo indicado en la ET 03.365.311.4

3.4.2.2.1 Sistema ERTMS/ETCS nivel 2

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

- Centro de Bloqueo por Radio (RBC).
- Eurobalizas fijas para relocalización (también empleadas en el nivel 1).
- Registrador Jurídico del RBC.
- Sistema de gestión de claves (KMC).

Además, el equipamiento del Nivel 2 de operación se complementará con:

- Puesto Central de ERTMS, PCE, en el CRC de línea y CTC de respaldo, donde se podrá realizar la supervisión y mando del sistema ERTMS / ETCS proyectado. Se distingue un servidor de PCE denominado PCE-Server, de lo que es el propiamente dicho el monitor o puesto de operación, PCE. Se instalará un servidor central con un puesto de operación y un servidor de respaldo con su puesto, pudiendo haber otros puestos con gestión de LTV en un determinado tramo (PLE), únicamente monitores, dado que la gestión y servicio se realizará desde el Servidor central. A efectos de proyecto se presupuestará un PLE por cada RBC.
- Registrador Jurídico, JRU-PCE, asociado al PCE, en el CRC de línea y CTC de respaldo, encargado de almacenar todos los eventos relacionados con la seguridad y el control del tráfico de la instalación.
- Sistema de Ayuda al Mantenimiento del PCE (SAM-CE), en el CRC de línea y en el CTC de respaldo, para almacenar los datos relevantes al mantenimiento del PCE.
- Central de Mantenimiento (CM en el CRC de línea y CTC de respaldo, 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.

Se considera la instalación del ERTMS centralizado distribuido en Atocha debido a la cantidad elevada de balizas a instalar, lo que obligaría a tender muchos cables C, con la consiguiente saturación de las canalizaciones y canaletas de Atocha, así como de la galería de acceso al edificio de Atocha. Por ello, se opta por una solución distribuida con los LEUs ubicados en armarios de campo, llegando el interfaz C desde la baliza hasta el armario y comunicándose los armarios entre sí y con los LEU controller a instalar en el edificio de Atocha, mediante un cable de 16 FO en anillo y dedicado.

Esta configuración de ERTMS centralizado distribuido se prevé utilizarla igualmente en Bifurcación Torrejón, La Sagra y en Córdoba, donde, debido a las conexiones con otras líneas, se prevé una mayor cantidad de balizas.

Asimismo, se complementará el equipamiento del Centro de Validación de ADIF (CV) con el suministro del software de base y/o comercial específico de cada telemando que sea necesario para el funcionamiento de los sistemas y que no esté disponible en el CV.

En cada enclavamiento de la instalación ferroviaria se ha dispuesto el siguiente equipamiento:

- SAM-ERTMS Local.

En cada RBC de la instalación ferroviaria se ha dispuesto el siguiente equipamiento:

- Puesto Local de ERTMS (PLE)
- PCI-ERTMS

El RBC centraliza todas las informaciones necesarias para la supervisión y control de los trenes que se encuentran en su dominio, elaborando mensajes que se enviarán al tren en base a la información recibida de los elementos de vía y del equipo de a bordo de los trenes. El RBC dispone de la funcionalidad de registro jurídico (JRU-RBC) que permite grabar todos los eventos relevantes relacionados con la seguridad y el control del tráfico.

El sistema se basa en la información que proporciona el enclavamiento para la detección de presencia de tren en las secciones de vía, utilizando la red de radio móvil GSM-R para el intercambio de mensajes entre los RBC y los equipos embarcados. Las Eurobalizas se utilizan principalmente como puntos de referencia de la posición del tren permitiendo calibrar su sistema de odometría. Además, también se emplean para los casos específicos previstos en las especificaciones, como pueden ser las transiciones de nivel o los handover entre RBC.

Los datos intercambiados entre el RBC y los trenes bajo su supervisión relativos a autorizaciones de movimiento, posición y velocidad de cada tren, incidencias y en general todas las informaciones relevantes para la circulación, se transmiten en tiempo real al Puesto Central de ERTMS (PCE) a través de los canales de comunicación con los RBC.

Las condiciones de vía, track conditions (requisitos genéricos, zonas neutras, túnel, viaducto, cierre de trampillas, grandes masas metálicas) serán transmitidas al equipo embarcado en nivel 2 a través del RBC.

Se pueden introducir mandos y peticiones al RBC, así como visualizar la información relevante, a través de los Puestos Locales de Operación de ERTMS (acceso local) o del PCE (acceso remoto).

Para asegurar las comunicaciones radio vía – tren se emplea el sistema de gestión de claves basado en la especificación de UNISIG SUBSET 038. Este sistema de gestión utiliza claves criptográficas para garantizar la no perturbación de las informaciones de seguridad intercambiadas a través de GSM-R entre los equipos de vía (RBC) y los trenes (EVC). Para la gestión de dichas claves se hace necesaria la existencia de Centros de Gestión de Claves (KMC), los cuales contribuyen a alcanzar la seguridad necesaria para la protección de datos ERTMS contra ataques malintencionados.

El sistema ERTMS / ETCS nivel 2 recibirá información de los ENCE relativa a las rutas y a los elementos de campo para su correcto funcionamiento. Este sistema es independiente de las señales laterales luminosas.

En el sistema ERTMS / ETCS nivel 2, las Eurobalizas fijas desempeñan las siguientes funciones:

- Eurobalizas de relocalización.
- Eurobalizas de transición de nivel y transición de recuperación.
- Eurobalizas de transición de RBC.

Protección de rebase de señal en modo SR (Responsabilidad del maquinista)

Con el objeto de cumplir el requisito 3.1.1.2.4.1 del documento de ADIF NAS 840 1ª edición de junio 2017. Parte 2: Reglas generales” sobre “Requisitos Funcionales y Reglas de Ingeniería ERTMS N1 y N2

”Se programará el paquete 137 (Stop if in SR con Q_SRSTOP=0 en las balizas del grupo de pie de señal siempre y cuando estas presenten los siguientes aspectos:

- Aspectos Rojo (FF7A) y Rojo Permisivo (FF7B)
- Aspecto Rojo Azul Fijo (FF7C)
- Aspecto Rojo Blanco Fijo (FF78B): ”,

se debe incluir el siguiente equipamiento:

- Eurobalizas conmutables.
- LEU, ubicados en los Edificios Técnicos.
- Centralizadores de LEU (LEU Controller) ubicados en los Edificios Técnicos.
- Interfaz ERTMS (I/F ERTMS), entre los Centralizadores de LEU y los ENCE.
- Cajas de conexión de Eurobalizas, con sus puestas a tierra.
- Suministro y tendido de cable interfaz “C”, con los empalmes necesarios.

Cada LEU controla hasta 4 Eurobalizas conmutables y cada Centralizador de LEU tiene conectados hasta 32 LEU. La interfaz ERTMS comunica los Centralizadores de LEU, y, por lo tanto, los LEU, pertenecientes al enclavamiento con el propio enclavamiento.

Las Eurobalizas conmutables se instalan en los siguientes tipos de señal:

- Señales dotadas de aspecto rojo.

3.4.2.2.2 Transiciones ERTMS

El nuevo programa de explotación deberá definir las transiciones de nivel que se realicen como consecuencia de la instalación de ERTMS N2 en la LAV Madrid-Sevilla.

La implementación de las transiciones de nivel ERTMS, se realizarán en N2, de acuerdo con lo indicado por Adif, excepto en los casos en que se deban realizar a N1, por ser éste el sistema instalado en la línea colateral a considerar.

La realización de transiciones en N1 implicará la necesidad de instalar nuevas señales con foco rojo, lo que implica:

- Fijar fronteras entre PCEs adyacentes, que puede obligar a realizar modificaciones software en dichos PCE.
- Modificar el sistema LZB dado que se establece un nuevo punto de parada.
- Instalar balizas expatriadas de las tecnologías frontera para el establecimiento de LTVs. Esto puede implicar instalar nuevos LEU- Controller de la tecnología que instala las balizas expatriadas

3.4.3. Control de Tráfico Centralizado

Actualmente, la LAV Madrid – Sevilla se telemanda desde el Centro de Regulación y Control (CRC) de Madrid-Puerta de Atocha, en el cual está integrado el CTC principal, o de línea, un CTC 1000 de tecnología Thales, cuyo equipamiento está físicamente instalado en Delicias.

Existe un CTC de respaldo, ubicado en el Puesto de Mando de Atocha, un Comand 900, también de tecnología Thales, obsoleto, no integrado en el CRC y que no soporta más desarrollos software.

- Se instalarán nuevos FEC (Front End de Comunicaciones) redundados, tanto para el CTC principal, o de línea, como para el CTC de respaldo, para el telemando de los nuevos ENCE que sustituirán a los actuales ESTW L90. La ubicación de los FEC será acordada entre el constructor y el tecnólogo del CTC.
- Se sustituirá el actual CTC de respaldo, de tecnología obsoleta, por un equipamiento concentrador de Puestos Locales de Operación (PLO), que no se integrará en el CRC.

En las situaciones provisionales tendrán que convivir:

- El nuevo FEC redundado que conecte los nuevos enclavamientos al actual CTC 1000 de tecnología Thales (dado que los nuevos ENCE serán licitados, pueden ser de tecnología diferente al CTC actual, lo que obligará al desarrollo de protocolos que permitan esta conexión)
- El nuevo FEC redundado que conecte los nuevos enclavamientos al nuevo CTC a instalar en sustitución del CTC Command 900
- El FEC redundado existente que conecta los actuales ENCE L90 a ambos CTC existentes y que deberá enviar sus informaciones tanto al CTC 1000 que permanece como al nuevo CTC a instalar. En este último caso, se deberán enviar al nuevo CTC las informaciones de los ENCE L 90 que van quedando instalados a lo largo del proceso de obra, lo que requiere que la actual transmisión de información a través del PCI-FEC que trasmite información de los ENCE ESTWL90 sea incorporada al nuevo CTC, mediante la realización de los interfaces pertinentes en función de la tecnología de diseño de ese CTC. Para ello, el adjudicatario deberá suministrar el desarrollo necesario para la realización de dicha integración.

- Queda pendiente definir si el lugar adecuado para los nuevos FEC es Atocha, Delicias o Villaverde.

En el suministro de los nuevos FEC para las comunicaciones con los enclavamientos será de aplicación el protocolo NAS 830 "Protocolo estándar de ADIF para las comunicaciones entre CTC y enclavamiento PEACCE" en fase de borrador en el momento de redacción del presente proyecto.

Se modificará el software actual para seguir gestionando el tráfico del tramo desde el Puesto Central, y se añadirán o modificarán las imágenes correspondientes de los nuevos enclavamientos y Bloqueos. 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 áreas siguientes:

- Modificación de la representación en los puestos de operadores
- Modificación de la representación en el sistema vídeowall.
- Modificación de la base de datos incorporando los nuevos enclavamientos electrónicos, así como sus configuraciones.
- Mandos
- Programación Automática de itinerarios
- Definición y asignación de zonas de control.
- Modificación de los gráficos de aplicación.
- Numeración y seguimiento de trenes
- Gestión de alarmas relacionadas con la explotación
- Configuración de las bases de datos de parámetros de comunicaciones.

- -Gestión de alarmas intrínsecas al sistema
- -Registro histórico de eventos
- -Comunicaciones
- Pruebas de simulación de indicaciones y mandos.
- Pruebas reales de telemando y puesta en servicio

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.

3.4.4. Telecomunicaciones Fijas

3.4.4.1. Tendido de cable de fibra óptica

El tendido de cables de 96 fibras ópticas, uno a cada lado de la vía, no es objeto de este proyecto y será incluido en un proyecto constructivo que, en el momento de redactar el presente proyecto, está en fase de redacción.

Entre Madrid y Bifurcación Torrejón de Velasco ya se encuentran tendidos los dos (2) cables de 96 fibras ópticas, uno a cada lado de las vías. También se ha tendido un (1) cable de fibras ópticas entre Adamuz y Sevilla. Por tanto, en el citado proyecto constructivo se contemplará el tendido de dos (2) cables de 96 fibras ópticas entre Bifurcación Torrejón de Velasco y Adamuz, y de un (1) cable de 96 fibras ópticas entre Adamuz y Sevilla. Las segregaciones a realizar desde los cables de 96 fibras ópticas también serán incluidas en el mencionado proyecto constructivo.

La fibra óptica se instalará en 1,5 años al principio de las actuaciones, con el objeto de poder disponer de ella en la instalación del resto de sistemas.

Se precisan las segregaciones del cable de FO tanto a los elementos de la LAC Madrid-Sevilla (Edificios técnicos, casetas de CV y casetas de GSMR) entre Atocha y Bifurcación Torrejón, en el tramo en el que ya está tendida la fibra óptica, así como en el resto donde hay que tender nuevos cables.

Los cables a instalar cumplirán la E. T. 03.366. 780.9 6ª edición. junio 2017 (cables de fibra óptica).

3.4.4.2. Equipamiento de comunicaciones

El presente proyecto contempla la instalación del equipamiento necesario para disponer de un sistema de telecomunicaciones mediante transmisión por cables de fibras ópticas, en lugar de cables de cobre utilizados actualmente.

Se prevé la instalación de nuevo equipamiento de Telecomunicaciones Fijas IP/MPLS en los Edificios Técnicos y equipamiento de red IP en Edificios, Casetas y resto de emplazamientos de la línea donde se necesite el acceso a este tipo de red.

Asimismo, se prevé la instalación de equipamiento de Videovigilancia, Control de Accesos y Anti Intrusión en Edificios, Casetas y resto de emplazamientos de la línea donde se necesite este tipo de instalación.

3.4.5. Sistemas auxiliares de detección

3.4.5.1. Detectores de caída de Objetos (DCO o EDD)

Este proyecto, en relación con los sistemas auxiliares de detección, contempla la sustitución de los actuales armarios de los sistemas Detectores de Caída de Objetos (DCO o EDD) que actualmente están comunicados mediante cable de cobre.

Los nuevos armarios a instalar para los DCO dispondrán de un sistema de comunicación mediante cable de fibra óptica, comunicándose tanto con el SCVS integrado en el CRC de Atocha como con el ENCE que controla la zona en la cual se ubican. Asimismo, se procederá a sanear y renovar las mallas de los detectores actuales.

Esta actividad se prevé para los años 5 a 8.

No obstante, los enclavamientos a instalar en las fases 1y 2, deberán integrar la funcionalidad de información de DCOs, para que no sea necesario modificar el software en el momento de implementación de esta funcionalidad.

Es de aplicación la ET ADIF03.365.405.4 "Detector de caída de objetos" 2ª edición. Junio 2017.

3.4.5.1.1 Concentrador de Detectores de Seguridad

En la realización de la conexión con los ENCE se deberán suministrar los CDS para integrar las informaciones procedentes de los DCO de Thales en los enclavamientos de tecnología a licitar, debiendo aportar el adjudicatario el desarrollo correspondiente para la realización de dicha integración. No es objeto del proyecto el suministro de DCE.

El Concentrador de Detectores de Seguridad (CDS) se encuentra ubicado en la cabina del enclavamiento y es el encargado de elaborar la información segura correspondiente a la presencia o ausencia de circunstancias peligrosas para la seguridad en la vía suministrada por los DCO (a través del evaluador correspondiente), y DCC, para facilitársela al correspondiente enclavamiento (ENCE).

El equipo concentrador de detectores de seguridad está basado en un sistema seguro 2 de 3, concebido desde el punto de vista funcional para:

- Gestionar las comunicaciones con los equipos de vía y el enclavamiento.
- Implementar protocolos de seguridad sobre las interfaces serie hacia los equipos de vía y el ENCE.

- Procesamiento seguro de las entradas recibidas por cada canal independiente de procesador.

Cada canal serie del equipo CDS está concebido para evaluar y supervisar la información procedente de al menos 32 detectores.

La arquitectura del equipo CDS está compuesta por los siguientes componentes:

- Sistema de ordenadores 2 de 3, con salidas serie (Ethernet) a anillo de sensores y al enclavamiento.
- Protocolo de comunicaciones, que asegura la transferencia de datos con los equipos de vía y con el ENCE.
- Validación, mediante el intercambio y comparación de datos entre ordenadores, tanto de los datos de la comunicación con los detectores, como de los correspondientes a la entrada y salida de datos hacia y desde el ENCE.
- Generación de salidas al enclavamiento, como resultado del procesamiento de las informaciones recibidas de los Detectores.

Tal y como ha sido mencionado, el concentrador de detectores tiene como principal función la de recoger toda aquella información que le transmiten cada uno de los detectores situados en la vía para posteriormente hacérsela llegar al ENCE.

Las indicaciones del CDS al ENCE son aquellas reflejadas en el documento "Funcionalidad del Interface del Sistema Auxiliar de Detección con Enclavamiento" elaborada por ADIF y codificada como DICT-I-F-DET-01".

El CDS recibe la información de los detectores de campo (DCC, y DCO) y únicamente proporciona al enclavamiento la información de los Detectores de Caída de Objetos a la vía (DCO).

La interfaz entre el enclavamiento y el CDS está implementada por canales serie redundantes. Esta interfaz de comunicaciones es la misma que la utilizada para las comunicaciones entre enclavamientos y con el sistema ERTMS (RBC y LEU controller).

Los protocolos de comunicaciones definen los mecanismos que permiten el intercambio de información de forma segura entre el sistema CDS del equipo de vía y el ENCE. Además, existe una gestión de redundancia de las comunicaciones de manera que todos los enlaces están duplicados por motivos de disponibilidad (dos canales físicos y lógicos).

El equipo concentrador de los detectores en vía proporcionará al enclavamiento la información recogida por cada uno de los detectores y que además viene recogida en la instrucción "Funcionalidad del Interface del Sistema Auxiliar de Detección con Enclavamiento" elaborada por ADIF y codificada como DICT-I-F-DET-01".

3.4.5.2. Otras actuaciones

No se prevén actuaciones relacionadas con la integración de los DCDP (instalados en Ablates y los Yébenes) en el telemando de detectores.

Hay un DIV en el ramal La Sagra-Toledo integrado el telemando de detectores de Atocha. No es objeto de este proyecto.

Los DCC disponen de direccionamiento IP, y se comunican por cables de pares, hasta el Edificio Técnico, luego van por la F.O. (SDH). Hay que introducir equipamiento de Comunicaciones (IP) en las casetas para que salgan por FO directamente. Con respecto a la sustitución de pedales, ya se ha contratado a través de la Subdirección de Operaciones AV la sustitución de los pedales, y adecuación del Software en el CRC de Atocha.

3.4.6. Edificios

Los equipos de interior de los nuevos enclavamientos de las Instalaciones de Seguridad y la energía correspondiente a dichas instalaciones proyectadas se ubicarán en unos edificios técnicos existentes.

Se realizarán diversas actuaciones para liberar espacio en los edificios técnicos que no disponen del necesario para la instalación del nuevo equipamiento, que tendrá que convivir con el equipamiento actual hasta su puesta en servicio. Entre otras, se contemplan las siguientes actuaciones:

- En algunos edificios técnicos, los actuales equipos de aire acondicionado serán sustituidos por nuevos equipos que, con la misma potencia frigorífica, ocuparán menos espacio. Esta actuación se realizará al principio de la obra para liberar espacio de cara a contener nuevos bastidores en las situaciones provisionales
- Instalación de casetas de obra, o ampliación del edificio existente, para la ubicación del personal de mantenimiento y disposición de espacio de almacenamiento en La Sagra, Puertollano y Córdoba.
- Rehabilitación del antiguo edificio Paquexpress, situado al lado del edificio de Ciudad Real I, para la ubicación del personal de mantenimiento y disposición de espacio de almacenamiento.
- Instalación provisional de caseta de obra en Atocha, independiente de las necesarias para los trabajadores de la obra, para su uso por personal de mantenimiento de dicha dependencia. Una vez se haya liberado espacio en el edificio técnico de Atocha, en éste se acondicionará una sala para el regreso del personal de mantenimiento.

- En Sevilla Santa Justa se ampliarán las salas de Energía y de Relés-Enclavamiento, hasta la columna existente.
- Se asume, como criterio de proyecto que las casetas de circuitos de vía tendrán capacidad para asumir las nuevas instalaciones, por lo que no se prevé la construcción de casetas adicionales. El cumplimiento de este criterio puede verse dificultado en caso de duplicidad de tecnologías, especialmente en las fases de convivencia de tecnologías donde se precisarán interfaces y bastidores independientes para diferentes tecnologías,

3.4.7. Obra civil. Red de zanjas y canalizaciones

Las actuaciones de obra civil, asociada al tendido de cables, se realizarán según la "Norma sobre los sistemas de tendido subterráneo de cables" NRS 03.432.310, 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 seguridad, comunicaciones y energía se realizará, de forma general, por los medios de tendido siguientes:

- En las estaciones:
 - Canalización hormigonada con 6 tubos de polietileno, en andén entre señales de entrada.
 - Zanja de 0,80 m de profundidad para los cables secundarios.
 - Canaleta hormigonada de alveolo simple de 400 mm fuera de andén

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

La canaleta a instalar deberá cumplir lo indicado en la ET 03.305.001.4 Canaletas prefabricadas de hormigón para cables. (1ª Edición, julio 2018).

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, NRS 03.432.310; 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.

La canalización hormigonada será de tubos de polietileno de 110 mm de diámetro exterior y 2,2 mm de espesor.

La canalización se complementa con la construcción de cámaras de registro tipo pequeño, 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 cámaras de estación se ha proyectado la instalación de perchas de 12 cables 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 a 1,1 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.

Una vez terminado el tendido de los cables por la canalización, todos los conductos, tanto los ocupados como los vacíos, se sellarán en las cámaras o entrada a los edificios por medio de tapones tronco-cónicos de polietileno flexible, con el objeto de evitar su inutilización por obstrucción del conducto por depósito de lodos y tierras. Esta operación evitará la circulación de roedores, tan dañinos para los cables.

3.4.8. Suministro de energía

Los actuales Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI) instalados en las dependencias de la LAV Madrid – Sevilla tienen un tamaño considerablemente superior a los SAI modulares de última generación.

Se ha contemplado la sustitución de los SAI actuales por SAI modulares con el fin de renovar el sistema de energía de respaldo y, además, disponer de espacio para el equipamiento de energía adicional, cuya instalación se contemplará en otro proyecto constructivo que, en el momento de redactar el presente proyecto funcional, está en fase de redacción.

Los elementos de campo se alimentarán desde dos líneas de 750 Vac, a tender por el “Proyecto Constructivo de Infraestructura de Telecomunicaciones y Energía de la línea de alta velocidad Madrid – Sevilla”, en fase de redacción en el momento de escribir este documento. Se contemplará la instalación de 2 líneas de 750 Vac telescópicas, una a cada lado de las vías. El cable de energía, en lo posible, se tenderá al principio de la actuación conjunta, en su primer año y medio.

En el proyecto mencionado se incluirá la instalación de 4 nuevos transformadores 230/750 Vac en cada emplazamiento alimentador, el tendido de las cuatro líneas de cable, una por cada banda y lado de las vías y las SAI correspondientes.

Los cables a instalar cumplirán la ET 03.354.006.3 5ª edición. Junio 2017 (cables de 3kV para el sistema de alimentación eléctrica a las instalaciones de señalización).

Para los cables de alimentación hasta 1 kV se cumplirá también la ET 03.354.019.6 1ª edición. Junio 2017 (cables de baja tensión para el suministro de energía hasta 1 kV).

Las características de los cables serán:

Cables tipo (AS): Cca- s1b, d1, a1 No propagador de incendio ni de llama.

Cables tipo (S): Dca- s2, d2, a2 No propagador de llama, libre de alógenos y con baja emisión de humos.

Además, para túneles según la ETI 776/2019), anejo V apartado 4.2.1.3:

Cable B2ca- s1a, d1, a1 No propagador de incendio ni de llama de características más restrictivas.

3.4.9. Levantes, desmontajes y traslados

Se contempla el levante y desmontaje de todas las instalaciones que queden fuera de servicio. Todos los elementos desmontados o levantados se trasladarán al almacén de ADIF que indique el Director de la Obra.

El proceso de levante y desmontaje será progresivo, conforme vayan quedando fuera de servicio los distintos elementos situados en vía y equipos de interior.

Las partidas definidas como “levante” implican la no utilización posterior de los citados elementos, los cuales se recogerán para su envío a chatarra, depositándolos en la dependencia que indique el Director de Obra.

Las partidas definidas como “desmontaje” suponen la posibilidad de su reutilización posterior. En consecuencia, se encuentra incluida la clasificación de los elementos componentes de la unidad desmontada, su revisión para dejarla en perfecto estado de funcionamiento, su pintado y entrega en el lugar que indique el Director de la Obra.

El desmontaje mencionado se llevará a cabo con sumo cuidado, permitiendo la utilización posterior de los elementos desmontados como material de repuesto.

Dentro de los elementos a desmontar se destaca:

- Puestos de mando local videográficos, existentes
- Enclavamientos electrónicos existentes
- Equipos de cabina de circuitos de vía FTGS
- Centros de transformación reductores y elevadores
- SAIs

3.4.10. Situaciones provisionales

Las actuaciones consideradas en el presente proyecto, se ha dividido en tres fases diferenciadas. Básicamente las dos primeras consisten en alcanzar el objetivo de instalación del sistema ERTMS N2 en un plazo de 4 años. La tercera fase corresponde a la actualización de los sistemas de DCO's, su integración en ENCEs y modificación de SCSV, además de sustitución del equipamiento interior de los actuales circuitos de vía FTGS por TCM 100.

La duración de cada una de las fases establecidas es:

- Fase 1: 3 años. En esta fase se realiza el proyecto constructivo y ejecutan las obras desde Puerta de Atocha hasta Córdoba, incluyendo el ramal a Toledo desde La Sagra e incluyendo pruebas ERTMS.
- Fase 2: 1 año. En esta fase se ejecutan las obras desde Córdoba hasta Sevilla Santa Justa incluyendo pruebas ERTMS.
- Fase 3: 4 años. En esta fase consideran las actividades relacionadas con los DCOs

A continuación, se indican las actuaciones a desarrollar en cada una de las fases:

FASE 1 y FASE 2

El tramo que se verá afectado por los trabajos en Fase 1 será desde Puerta de Atocha hasta Caseta 16, dependiente del enclavamiento actual de Córdoba II.

Para Fase 2, el tramo afectado será desde Hornachuelos hasta Sevilla Santa Justa.

A continuación, se indican las actuaciones consideradas:

ERTMS N2:

- Instalación del sistema ERTMS hasta Córdoba en fase 1 y desde Córdoba hasta Sevilla en fase 2.
- Se realizarán los diferentes procesos de instalación, pruebas, puesta en servicio y verificación del sistema ERTMS/ETCS Nivel 2, manteniendo en servicio el actual sistema LZB. Para ello:
 - En general, se prevé que el equipamiento de cabina de ERTMS deberá instalarse en la sala de ordenadores en el espacio que quedará libre una vez se desinstale el ESTW L90. Es decir, ERTMS se instala sobre los nuevos enclavamientos.
 - De forma general, se ejecutará en estas fases 1 y 2 la sustitución de los equipos de cabina de FTGS por TCM-100 debido a su mayor capacidad de integración, con la consiguiente liberación de espacio. Esta actividad es especialmente significativa en el caso específico de Atocha, donde la disponibilidad de espacio es muy reducido.
- Se deberá garantizar la mantenibilidad del actual sistema LZB mientras no se haya puesto en funcionamiento el sistema ERTMS Nivel 2 e incluso con posterioridad a dicha puesta en servicio.
- Las pruebas necesarias del sistema ERTMS Nivel 2 se realizarán en horario permitido de banda de mantenimiento, dejando operativo el actual sistema LZB. Para realizar estas pruebas se deberá analizar la posibilidad de utilizar el siguiente material rodante:
 - Material rodante dotado de equipos a bordo ERTMS y LZB independientes, utilizando en cada caso el equipo que convenga (equipo de a bordo LZB para circulaciones comerciales y equipo de a bordo ERTMS para circulaciones en pruebas). Este escenario no presenta problemas de identificación del equipo de tierra por parte del equipo embarcado.
 - Material rodante dotado exclusivamente de equipo de a bordo ERTMS disponiendo de STM para LZB. En este supuesto, y cuando se circule al amparo del sistema de protección LZB, se deberá garantizar la inhibición de la información de las balizas del sistema ERTMS.
 - Para ello, se detecta la necesidad de realizar un análisis específico en el momento de actuar y se deberá dar una solución en el momento de su instalación, debiendo verificar la posibilidad de circular con el equipamiento embarcado LZB e ignorando a bordo las informaciones de campo de ERTMS.
 - En caso de no ser posible esta situación se deberá asumir que, durante el periodo de convivencia de ambos sistemas (LZB y ERTMS Nivel 2), solo podrán circular por la LAV trenes con equipo a bordo que sea capaz de operar con ERTMS o LZB de forma exclusiva o, si esto no es posible, se deberá proteger las balizas de ERTMS situadas en el tramo que esté en pruebas en ese momento, para que no suministren información indeseada al equipo de a bordo cuando se circule al amparo del sistema LZB.
- Una vez concluidas todas las pruebas del sistema ERTMS Nivel 2, en todos los tramos que se estimen convenientes para poner en servicio el sistema, y verificada su idoneidad, se dará de alta el sistema ERTMS Nivel 2 en cada tramo definido al efecto. En principio, se asume que los tramos son Madrid-Córdoba y Córdoba-Sevilla. Se deberán prever las transiciones ERTMS N2/LZB en Córdoba.
- Se considera la instalación del sistema ERTMS N2 con funcionalidad adicional para la protección de rebase de señales en rojo, incluyéndose la estación de Madrid Puerta de Atocha,

- Se definirán transiciones de nivel ERTMS N2 con el ERTMS instalado en líneas colaterales. En concreto, se debe considerar:
 - Transiciones a la línea Madrid- Barcelona, equipada con N1 y N2,
 - Transiciones a la línea Madrid-Barcelona, equipada con N1 y N2 a través del by pass Gavilanes. Se mantendrá la transición desde el LZB existente en el Madrid-Sevilla al N1/N2 del Madrid-Barcelona.
 - Transiciones en Bifurcación Torrejón, a la línea Madrid-Levante, equipada con N1 en la zona de conexión de ambas líneas. El N2 en la línea a Levante comienza en trayecto. Se mantendrá la transición desde el LZB existente en el Madrid-Sevilla al N1/N2 del Madrid-Levante.
 - Transiciones a la línea Chamartín- Torrejón, equipada con N1. Se mantendrá la transición desde el LZB existente en el Madrid-Sevilla al N1 de Chamartín-Torrejón
 - Transiciones a la línea Córdoba-Málaga, equipada con N1 y N2. Se mantendrá la transición desde el LZB existente al N1/N2 de la LAV Córdoba-Málaga
 - De forma provisional, la realización de transiciones en Córdoba ERTMS N2/LZB con el tramo Córdoba-Sevilla, al final de la Fase 1 y hasta el final de la Fase 2
- En la realización de transiciones se debe considerar:
 - Posibles afecciones a LZB debido a establecimiento de nuevos puntos de parada
 - Afecciones provocadas por establecimiento de balizas expatriadas para recepción de información en el establecimiento de LTVs
 - Redefinición de fronteras entre PCEs de líneas adyacentes, debiendo actuar sobre el software de PCE s de estas líneas.
- Se considera la utilización del foco blanco de las señales existentes dotadas de foco rojo, para dicho sistema ERTMS.
- Se mantendrán en funcionamiento los dos sistemas de protección de tren LZB y ERTMS durante el periodo de tiempo que determine ADIF, por lo que se deberá garantizar, en su caso, la convivencia de ambos sistemas. En todo caso, en este proyecto no se prevé la baja del sistema LZB.

ENCLAVAMIENTOS:

- Se contempla la convivencia de los nuevos ENCEs, COBJs y PLO con los actuales ENCEs, MMEs y PLO, mientras no se proceda a la baja definitiva de éstos últimos.
- Esto supone que se debe garantizar el espacio suficiente para la convivencia de los nuevos sistemas con los existentes.
- Asimismo, se deberán suministrar bastidores de bornas seccionables para conectar los elementos de campo a ambos enclavamientos. Dado que los enclavamientos actuales disponen de bastidores aislados de tierra, se deberá analizar el conexionado de los cables provenientes del campo a los bastidores existentes y de nueva instalación, si estos últimos precisan conexión a tierra.
- Se debe, en las situaciones provisionales, garantizar la reversibilidad de las instalaciones.
- Instalación de nuevos ENCEs y/o COBJs dimensionados para la explotación definitiva de la línea y los PLO asociados, considerando la necesidad de los siguientes Interfaces:
 - Se deberán suministrar los interfaces de bloqueo con las dependencias externas a la línea:
 - LAV Madrid-Barcelona
 - Atocha LC a través del Cambiador
 - Cerro Negro
 - LAV Madrid-Barcelona a través del by pass Gavilanes
 - Dos interfaces con el Intersig de BTO, que se mantiene
 - Cambiador de Alcolea
 - LAV Córdoba-Málaga
 - Queda pendiente evaluar la necesidad de establecer un bloqueo entre Majarabique y la línea convencional a través del Cambiador.
 - Asimismo, será necesario suministrar para las situaciones provisionales los interfaces de los actuales ENCE ESTW L90 con los nuevos ENCE según el programa de instalación que se establezca para la puesta en servicio

- Además, interfaz al final de la fase 1 entre el nuevo ENCE de Córdoba 2 y el todavía existente al final de esa fase ESTW L90 de Córdoba 3.
- Interfaces ENCE-ERTMS para los enclavamientos de nueva instalación, así como para los ENCE que se conservan:
 - BTO (Intersig L905)
 - Toledo (Westrace)
- Interfaces ENCE-RBC para todos los enclavamientos tanto existentes como a instalar

SEÑALES:

- Se contempla la necesidad de reubicación de 58 señales de avanzada existentes en la línea por distancia de frenado, que se controlarán desde los nuevos enclavamientos.
- Se prevé instalar nuevas señales de focos LED para no trasladar las señales de avanzada actuales, al tener que mantener la línea en servicio.
- Se contemplan señales no modulares, de igual tipología a la actual (de fundición gris), por homogeneidad a las señales existentes y por suponer un 12% aproximadamente de señales a instalar nuevas respecto al total de señales existentes en toda la línea.

ASFA:

- Se mantendrá en servicio el actual sistema ASFA 200 como sistema de protección de tren de respaldo.
- Se considera, asimismo, la instalación de nuevas balizas previas ASFA Digital asociadas a las nuevas señales avanzadas, así como la instalación de interface ASFA antiperturbaciones igual al que se encuentra instalado en la línea, por similitud con el resto de la línea, aunque no cumple la ET vigente.
- Se prevé igualmente la instalación de balizas ASFA en señales de maniobra que actualmente no disponen de ellas
- Tanto el desplazamiento de señales como la instalación de nuevas balizas se realizará sobre los nuevos enclavamientos

- Tendidos de cableado de Señales y ASFA.

CIRCUITOS DE VÍA

- Instalación de nuevos equipos interiores de circuitos de vía de tipo TCM 100 en toda la línea. Estos nuevos equipos sustituirán los actuales equipos de interior de circuitos de vía FTG-S, para liberar espacio.
- Esta actuación se realiza a partir del año 1. dado que se precisa liberar espacio en los edificios existentes.
- Adicionalmente, si como consecuencia de la realización de transiciones de nivel se puede precisar la inclusión de algún circuito de vía adicional tanto en campo como en cabina. Se considera mantener la tecnología prevista en el resto de la instalación para no precisar la inclusión de bastidores de CV adicionales.

SISTEMAS DE ENERGÍA

- Tendido de cableado de energía de 750V por ambas vías desde Atocha hasta Sevilla Santa Justa.
- Instalación de equipos de Energía en cabina (cuatro transformadores de línea de 750V y cuatro SAIs de línea)
- Sustitución de los equipos SAI existentes por nuevos SAIs modulares y compactos en la cabina del actual ENCE de Atocha
- La sustitución de los actuales equipos rectificadores por SAIs modulares se realizará al inicio de actuación en edificios, con el objetivo de liberar espacio.
- Se sustituyen los cuadros actuales por nuevos cuadros de distribución telemandables. En los nuevos cuadros se deberá verificar que se disponga de los voltajes necesarios: 400 V ca en trifásico para los accionamientos de desvíos, 230 V en monofásico, el voltaje en continua que se estime necesario. Además, se deberá, en las situaciones provisionales, garantizar que se disponga de la actual tensión de 60 V cc que se utiliza en las instalaciones existentes. En general, la instalación de los nuevos cuadros de distribución se realizará en las salas en las que están instaladas las máquinas de aire acondicionado (o que se utilizan para oficinas de mantenimiento en los edificios en los que ya se ha realizado la sustitución del aire acondicionado) de forma que la instalación sea completamente nueva sin interferir con la actual.

- Se debe garantizar que el conexionado de las nuevas instalaciones no generará sobretensiones que puedan dañar o desconectar las instalaciones actuales. Para ello, se determinará la configuración de cuadros de distribución que se estime necesaria durante las fases provisionales.

COMUNICACIONES

- Instalación de equipamiento de Telecomunicaciones Fijas, según sus necesidades específicas, en los distintos emplazamientos de la línea (Edificios Técnicos, Casetas de Señalización, Casetas GSM-R y Subestaciones)
- Tendido de cableado de Fibra óptica 96 FO.
 - por una vía entre BTO y Adamuz
 - por las dos vías entre BTO y Sevilla
- Esta actuación se realizará en el primer año y medio de ejecución de obra (fase 1), dado que se precisa disponer de la fibra óptica para comunicaciones entre ENCEs a instalar en esta primera fase.

OBRA CIVIL

- Levante de tapa de canaleta y posterior cierre y sellado en trayecto para el tendido de cables de FO y energía.
- Ejecución de nueva canalización/canaleta en las dependencias dotadas de señales con aspecto rojo el ámbito comprendido entre señales de entrada.

VCA

- Instalación de nuevo equipamiento del sistema de videovigilancia, control de accesos y anti intrusión, según sus necesidades específicas, en los distintos emplazamientos de la línea (Edificios Técnicos, Casetas de Señalización, Casetas GSM-R, Subestaciones, Pasos Superiores y Túneles)

EDIFICIOS TÉCNICOS

- Instalación de nuevos equipos de sistema de extinción de incendios y climatización
- Se considera la necesidad de liberar espacio en los Edificios Técnicos existentes que no dispongan de suficiente espacio libre para la instalación de nuevas instalaciones. Para ello

no se diseñarán nuevos edificios o ampliación de los existentes para nuevas dependencias de mantenimiento (personas y equipos).

- Se instalarán casetas de obra para el personal de mantenimiento, liberando espacio para las nuevas instalaciones.

CTC

- Integración de las nuevas instalaciones de señalización y telecomunicaciones en el CTC de línea y en el CTC de respaldo.
- El CTC de respaldo (o concentrador de PLOs) será de nuevo suministro.
- Asimismo, se suministrarán FEC redundases e independientes para el CTC de línea y el CTC de respaldo.
- En ambos CTC deberán integrarse los nuevos ENCE y, en las situaciones provisionales, los ESTW L90 existentes. Por ello, el nuevo CTC de respaldo deberá desarrollar la capacidad de integrar los actuales FEC que reciben la información de los ESTW L90 hasta el final de las actuaciones.

LEVANTES Y DESMONTAJES

- Levantes y desmontajes de todos los elementos que queden fuera de servicio.

FASE 3

DETECTORES

- Instalación de nuevos armarios de DCOs con equipamiento basado en FO, manteniendo los actuales DCOs basados en mallas de cobre; e instalación de equipamiento de concentradores de detectores (CDS) en cabina, interrelacionándose con los nuevos ENCEs.
- Saneamiento y renovación de las mallas existentes
- Se prevé que el software de los nuevos enclavamientos ya considerará la integración de las informaciones de los DCO en el enclavamiento independientemente de que la integración de estas informaciones se realice en la fase 3.

- Instalación de equipamiento de comunicaciones (IP) en las Casetas de DCC y sustitución del cable de pares por cable de FO, realizándose segregaciones de 16 FO en los armarios de DCC desde el cable principal de 96 FO.
- Integración de las modificaciones de los sistemas auxiliares de detección (DCO's) en el SCSV.

3.4.11. Ingeniería y pruebas

Se ha previsto la valoración de la ingeniería de aplicación específica correspondiente a cada enclavamiento, 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 validación y verificación funcional, 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.

El proceso de pruebas y puesta en servicio de las instalaciones objeto de este proyecto ha de ser el siguiente:

- **Pruebas internas del contratista.** Su realización recae en la empresa contratista y tienen como finalidad la demostración por parte de ésta de la correcta implementación del sistema. La responsabilidad de la demostración de la correcta implementación recae sobre el instalador y para ello define un protocolo de pruebas que ejecuta internamente en sus laboratorios con sus herramientas y en campo –la propia empresa define que pruebas realiza en campo y en laboratorio-. Las pruebas se dividen en pruebas de validación / verificación y pruebas de instalación. Las primeras tienen como objetivo la comprobación de la correcta programación de las variables (típicamente distancias, velocidades y tiempos) de acuerdo con los datos de entrada suministrados. Las pruebas de instalación tienen la finalidad de asegurar la correcta ubicación e integración de los equipos en su emplazamiento, así como su correcta respuesta en relación al resto del equipamiento. Los resultados de las mismas pasan a formar parte del dossier de seguridad que evaluará el ISA sirviendo como parte de la demostración de la UNE-EN 50126.

En estas pruebas la Dirección de la Obra (u otro estamento) puede solicitar acudir como parte del proceso de aceptación del cliente.

- **Pruebas de aceptación del cliente.** También se denominan “complementarias de infraestructura”. Son pruebas realizadas por parte del cliente ya sean definidas y realizadas por la Dirección de Obra u otro estamento en quien delegue. Se llevan a cabo en campo y/o laboratorio independiente. Mediante estas pruebas se realiza un muestreo de comprobación de la correcta programación de los datos específicos de la Línea y se verifica la correcta implementación del sistema en base a la realización de diversos casos de prueba funcionales que buscan simular todas las situaciones que se pueden dar durante la explotación de la línea. En caso de realización de las pruebas en laboratorio el contratista pondrá a disposición del cliente las herramientas necesarias para las comprobaciones de los datos programados y de la funcionalidad requerida en formato estándar, es decir, a través de observables en DMI y mostrando las variables objeto de análisis en formato de texto abierto. En caso de no adecuación de las instalaciones se compromete a poner los datos de la línea en manos de un laboratorio acreditado e independiente para la realización de las mismas. En cuanto a las pruebas a realizar en campo, la máquina que se suministre debe contar con una versión del equipo embarcado coincidente con la que se vaya a instalar en vía. El equipo debe estar homologado y la máquina debe contar con todos los permisos para realizar los recorridos de prueba por los tramos de prueba.
- **Pruebas de integración tren-vía.** Son pruebas en las que se verifica el correcto comportamiento del tren concreto que va a circular sobre la vía que en que se ha montado el sistema ERTMS. Estas pruebas están fuera de la obra y las ejecuta Renfe (o a quien encomiende esta labor). Habitualmente está presente ADIF en las mismas.
- **Pruebas de simulación comercial.** Son las pruebas necesarias antes de que se conceda por parte del Ministerio la autorización de Puesta en Servicio o cambio de explotación, según el caso. Consisten en realizar un número elevado de kilómetros a fin de constatar que los sistemas funcionan correctamente en cuanto a fallos (caída de equipos...). Están fuera del ámbito propio del proyecto.

3.4.12. 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, 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.

3.4.13. RAMS

Se contemplan las bases para que los licitadores al contrato, contemplen en la solución técnica ofertada las prescripciones que fijan los requisitos mínimos a considerar en cuanto a la fiabilidad, disponibilidad, mantenimiento y seguridad de los componentes integrantes o asociados a los distintos sistemas objeto del presente proyecto.

Según la Normativa UNE-EN 50126-1 todas las entidades participantes en cualquiera de las fases de fabricación, constructiva y de ingeniería de alguno de los elementos del sistema propuesto, deben realizar su particular gestión en los procesos RAMS en sus partes correspondientes, redactando el correspondiente Dossier de Seguridad.

3.4.14. Documentación de seguridad e ISA

En el presente Proyecto se contempla el coste de la supervisión de la documentación de seguridad ligada a la ejecución del Proyecto, especialmente la derivada de la gestión de riesgos y el dossier de seguridad, así como la Evaluación Independiente (ISA) de la implantación de los sistemas en sus diferentes fases de implementación.

Esta evaluación deberá realizarse para los sistemas de enclavamientos, y sistemas de protección de tren.

3.4.15. Supervisión de instalaciones

Será responsabilidad del licitador el mantener en perfecto estado de funcionamiento cualquiera de los equipos instalados y operativos, hasta su puesta en explotación. Deberá prever un equipo a tal efecto, con su correspondiente plan de supervisión, el cual preste especial atención al perfecto estado del mando y comprobación de desvíos.

En el presente Proyecto, el coste de las mismas será por cuenta del adjudicatario, estando incluido en los presupuestos de pruebas, validación y verificación funcional.

3.4.16. Certificación de Interoperabilidad y Pruebas de Interoperabilidad en laboratorio

El presente Proyecto incluye el coste de la obtención de la Certificación de Interoperabilidad de la nueva línea, a través del Organismo Acreditado correspondiente, así como la realización de pruebas en laboratorio de interoperabilidad ferroviaria, contemplando incluso el desarrollo y realización de escenarios de pruebas, será por cuenta del adjudicatario.

El licitador deberá disponer del equipamiento y la maquinaria necesaria para la realización de pruebas dinámicas en vía del sistema ERTMS, quedando su coste, tanto del propio vehículo empleado, como de los maquinistas, gas-oil, revisiones, homologaciones y demás conceptos necesarios, repercutido en las partidas, ya previstas en el Proyecto, de pruebas y validación y verificación funcional del Sistema de Protección del Tren.

Las jornadas de alquiler de máquina y maquinista, incluido combustible, se referirá a jornadas previstas para la realización de pruebas solicitadas por parte de ADIF, en ningún caso se podrán justificar para pruebas internas del licitador. Se valorará que el material móvil a utilizar en las pruebas del sistema ERTMS N2, en fase de construcción, disponga de autorización de circulación para líneas REFIG, así como que el personal de conducción disponga de las habilitaciones correspondientes para la realización de las pruebas del sistema al amparo del Reglamento de Circulación Ferroviaria.

Asimismo, para las pruebas de los sistemas de protección automática de tren ERTMS N2 el licitador dispondrá de una plataforma de laboratorio. Dicha plataforma deberá permitir la realización de todas las pruebas de un sistema ERTMS N2 completo para los RBCs y el PCE de la línea que se esté probando. También deberá permitir realizar pruebas de forma dinámica, por ejemplo, cambio de itinerarios, cierre intempestivo de señales, implantación de LTVs, handover, circulaciones de varios trenes, etc.

La plataforma de laboratorio dispondrá de RBC reales. Si no fuera posible se admitirán simuladores de RBCs siempre y cuando se acredite que el comportamiento para la realización de las pruebas será el mismo que un RBC real.

El simulador de eurocabina o eurocabina real a utilizar en la plataforma de laboratorio deberá tener un certificado o una acreditación que justifique la versión de SRS instalada indicando los CR implementados. Esta información deberá ser aportada por el contratista cuando sea requerida por el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias. El DMI utilizado en el entorno de laboratorio tendrá la misma respuesta visual y funcional que el instalado en un tren comercial.

Se dispondrán de herramientas de análisis rápido y de post-análisis de los escenarios ejecutados que faciliten la revisión de los registros y la resolución de incidencias que aparezcan.

El entorno de laboratorio dispondrá de una estabilidad elevada, permitiendo un alto rendimiento de ejecución de escenarios por día.

Asimismo, para las pruebas de los sistemas de protección automática de tren ERTMS N2 el Adjudicatario dispondrá temporalmente de un RBC y realizará los trabajos de integración del mismo en el entorno de pruebas de un laboratorio independiente 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 (telegramas, perfiles de velocidad, gradiente, etc.) se suministrarán en el formato en que sea requerido por parte del laboratorio independiente que será propuesto por el licitador y aceptado por ADIF.

Estarán también incluidos en los gastos de carácter general a cargo del licitador los trabajos a realizar por el laboratorio independiente correspondientes a la carga de datos de la línea en ejecución por el propio licitador, generación de escenarios y paso de los escenarios en laboratorio hasta para tres equipos EVC de diferente tecnología, análisis de incidencias y cuantos aquellas se consideren adecuadas con el objetivo de minimizar las verificaciones en vía de los sistemas.

CAPITULO IV
DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

4. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

4.1. MEMORIA Y ANEJOS

4.1.1. Memoria descriptiva

En este documento se especifican los factores económicos, sociales y administrativos, así como la justificación de la solución adoptada en sus aspectos técnicos y económicos y de las características de todas y cada una de las obras e instalaciones proyectadas.

4.1.2. Anejos a la memoria

Anejo nº 1. Documentación de partida.

En este documento se incluye la tira de bloqueo.

Asimismo, contiene los criterios definidos para la realización del proyecto.

Anejo nº 2. Plan de obra.

Se incluyen en este documento los diagramas de barras en los que se indican las distintas operaciones necesarias para la consecuencia de las obras e instalaciones objeto de este proyecto.

4.2. PLANOS

En este documento se incluyen los planos que representan gráficamente las obras e instalaciones a realizar, agrupados en los capítulos y subcapítulos siguientes:

1. Planos generales
2. Instalaciones de enclavamientos y ERTMS
3. Sistema de protección del tren
4. Sistemas de CTC y CRC

4.3. VALORACIÓN ECONÓMICA

Este documento consta de:

4.3.1. Presupuestos

Se incluyen los siguientes documentos

- Presupuestos parciales: Divididos en capítulos.
- Presupuesto de ejecución material: Resumen de los capítulos anteriores, así como el presupuesto para seguridad y salud.
- Presupuesto base de licitación (con IVA): Incrementado el presupuesto de ejecución material en un 15 % en concepto de gastos generales de empresa y beneficio industrial (base imponible) con el 21% de IVA.

4.3.2. Ratio total de obras

Ratio: Coste total Obras (PEM)/476 km

- $94.245.698,60 \text{ €} / 476 \text{ km} = 197.995,16 \text{ €/km} = 0,19 \text{ M€/km}$

Dicho ratio está por debajo del tramo fijado por la Orden FOM/3317/2010 que es de:

- Señalización y comunicaciones fijas y móviles de 1 a 1,2 M€/km

CAPITULO V
LISTA DE COLABORADORES

5. LISTA DE COLABORADORES

El presente proyecto ha sido redactado por el equipo de trabajo formado por el personal de Ineco siguiente:

- Autor del Proyecto:
 - o José Félix Samitier Encuentra Ingeniero Industrial
- Instalaciones de Señalización
 - o Rosa Luengo Machado Ingeniero Técnico de Telecomunicación
 - o Marcos A. Aparisi Arenzana Ingeniero Técnico de Telecomunicación
- Instalaciones de Telecomunicaciones y VCA
 - o Francisco M. Ramos Viciano Ingeniero de Telecomunicación
 - o Alejandro M. Pérez Rodríguez Ingeniero Industrial
 - o Alberto J. Carricondo Chalud Ingeniero de Telecomunicación
- Edificios técnicos
 - o M^a Esperanza González Chacón Ingeniero Técnico de Obras Públicas
 - o Lydia Cañada Alarcón Máster en Arquitectura
- Delineación
 - o Lorenzo López Selas Delineante
- Aseguramiento de la calidad:
 - o Marta Pérez Molina Ingeniero Técnico Industrial

CAPITULO VI RESUMEN Y CONCLUSIONES

5.1. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

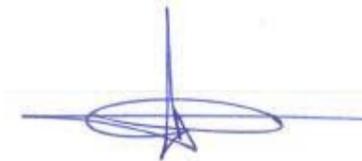
En cumplimiento del Artículo 127.2 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, se hace constar que el Proyecto constituye una Obra Completa susceptible de ser entregada al uso público a su terminación.

5.2. PROPUESTA DE APROBACIÓN

Considerando que el presente proyecto cumple la normativa vigente, así como la interna del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, relativa a la redacción de proyectos, puede servir de base para la ejecución de las obras del Proyecto Funcional para la renovación de las instalaciones de señalización en la Línea Madrid-Sevilla con total seguridad, y estimando suficientemente justificada la solución adoptada, se eleva a la consideración de la Superioridad, para su aprobación.

En Madrid, diciembre de 2019

**El Representante
de la Administración**



**D. Javier de Caso Llamas
Ingeniero Industrial**

**Por Ineco, el Ingeniero Autor
del Proyecto**



**D. José Félix Samitier Encuentra
Ingeniero Industrial**