

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Realización del Mantenimiento Correctivo de las Instalaciones de Señalización y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa



PROYECTO FIN DE CARRERA

Jose Luis González Álvarez



Índice de Contenidos

Capítulo 1. Sistema ERTMS de Alta Velocidad	10
1.1. Propósito del proyecto.	11
1.1.1. Introducción.....	11
1.1.2. Definición y origen del mantenimiento correctivo.....	11
1.2. ¿Qué es el ERTMS?.....	12
1.2.1. Introducción.....	12
1.2.2. Historia.....	13
1.2.2.1. Señalización anterior al sistema ERTMS.....	13
1.2.2.2. Origen del sistema ERTMS.....	15
1.2.3. ¿Por qué Europa necesita el ERTMS?	16
1.2.4. Un único sistema de control de tren para Europa y más allá.....	17
1.3. Niveles.....	18
1.3.1. ERTMS - Nivel 1.....	18
1.3.2. ERTMS - Nivel 2.....	19
1.3.3. ERTMS - Nivel 3.....	20
1.4. Beneficios.....	21
1.5. Especificaciones	22
Capítulo 2. Descripción Global del Sistema de Señalización	24
2.1. Introducción.....	25
2.2. Descripción del sistema	27
2.2.1. Introducción.....	27
2.2.2. Sistema de señalización.....	28
2.2.2.1. Enclavamientos electrónicos.	29
2.2.2.2. Señalización lateral luminosa.	30
2.2.2.3. Equipos de detección de tren.....	30
2.2.2.4. Puesto Local de Operación integrado para ENCE y RBC (PLO / PLO-R).....	31



2.2.2.5.Sistema de Ayuda al Mantenimiento (SAM)	31
2.2.2.6.Unidad de Registro Jurídico (RJU)	31
2.3. Sistema de protección del tren.....	31
2.3.1. Sistema ERTMS Nivel 2	34
2.3.2. El sistema ERTMS Nivel 1.....	34
2.3.3. El sistema ASFA.....	35
2.4. Sistemas de Detección Auxiliares	36
2.4.1. Detector de Cajas Calientes (DCC).....	37
2.4.2. Detector de Viento Lateral (DVL).....	39
2.4.3. Detector de caída de objetos (DCO).....	40
2.5. Sistema de telemandos. CRC-CTC-PRO.....	40
Capítulo 3. Organización Geográfica del Mantenimiento	106
3.1. Ámbito de Mantenimiento	43
3.1.1. Propuesta según especificaciones	43
3.1.2. Propuesta alternativa proyectada	47
3.1.3. Propuesta alternativa optimizada	53
Capítulo 4. Mantenimiento Correctivo.....	106
4.1. Introducción.....	57
4.1.1. Intervención paliativa	57
4.1.2. Intervención resolutive.....	57
4.2. Instalaciones a mantener.....	57
4.3. Gestión del mantenimiento	59
4.4. Parámetros de control del Mantenimiento Correctivo	61
Capítulo 5. Atención de Averías.....	106
5.1. Introducción.....	65
5.2. Comunicación de las averías.....	65
5.2.1. Detección de la avería.	65
5.2.2. Localización de averías.	66
5.2.3. Eliminación de averías.	67
5.2.3.1.Sustitución de unidades hardware o software.....	67



5.2.4. Grados de prioridad.....	68
5.2.4.1. Avería con Prioridad 1	68
5.2.4.2. Avería con prioridad 2	68
5.2.5. Reestablecimiento de la circulación y documentación a generar.....	69
5.3. Tiempos de asistencia a averías.....	72
5.3.1. Definiciones	72
5.3.1.1. Tiempo de llamada.	72
5.3.1.2. Tiempo de desplazamiento.	72
5.3.1.3. Tiempo de espera.	72
5.3.1.4. Tiempo de reparación.	73
5.3.1.5. Tiempo de acopio.	73
5.3.1.6. Tiempo total de asistencia de avería.....	73
5.3.2. Optimización del tiempo de asistencia a la avería.	73
5.4. Protocolo de actuación en caso de avería	75
5.4.1. Objetivos.....	75
5.4.2. Organización del servicio de averías.....	75
5.4.2.1. Personal de averías de Primer Nivel:.....	75
5.4.2.2. Personal de averías de Segundo Nivel.....	76
5.4.3. Plan de actuación.....	77
5.4.3.1. Comunicación de la Avería	77
5.4.3.2. Cierre de la Avería	78
5.4.3.3. Revisión técnica de la avería.	78
5.4.4. Tipos de averías	78
5.5. Sistema de Ayuda al Mantenimiento (SAM).....	80
5.5.1. Introducción.....	80
5.5.2. Sistema de Ayuda al Mantenimiento ENCE (EBISAM-IL)	81
5.5.2.1. Introducción	81
5.5.2.2. Funcionalidad	82
5.5.2.3. Aplicación FEU950	87
5.5.3. Sistema de Ayuda al Mantenimiento ERTMS.....	88



5.5.3.1. Funcionalidad	88
5.5.3.2. Integración con el Sistema	90
5.5.4. Descripción del Sistema de Ayuda al Mantenimiento Central	90
Capítulo 6. Conclusiones	100
Capítulo 7. Glosario de Términos	102
Capítulo 8. Bibliografía	110



Índice de Tablas

Tabla 1.- Definición ERTMS	17
Tabla 2.- Definición del Tiempo Medio de Caída	61
Tabla 3.- Tiempos de Mantenimiento Correctivo	62
Tabla 4.- Definición del Tiempo Total de Asistencia	73



Índice de Ilustraciones

Figura 1. – Ej. de Centro de Tráfico Centralizado	13
Figura 2. – Principales Corredores ERTMS en Europa	15
Figura 3. – Eurobaliza	18
Figura 4. – ERTMS – Nivel 1	19
Figura 5. – ERTMS – Nivel 2	20
Figura 6. – ERTMS – Nivel 3	20
Figura 7. – Evolución de cantidad de diferencias entre sistemas de señalización	22
Figura 8. – Esquema del sistema de comunicaciones	27
Figura 9. – Esquema global de la solución propuesta	29
Figura 10. – Arquitectura Sistema Señalización	30
Figura 11. – Arquitectura Sistemas de Protección del Tren	33
Figura 12. – Sistemas de protección del tren	33
Figura 13. – Arquitectura del sistema de detectores auxiliares	36
Figura 14. – Detector de Cajas Calientes Pegasus	37
Figura 15. – Detector de Viento Lateral	39
Figura 16. – Estructura de centros de mantenimiento según propuesta en las especificaciones	43
Figura 17. – Distribución centros de mantenimiento según propuesta en las especificaciones	44
Figura 18. – Organigrama según propuesta en las especificaciones	46
Figura 19. – Mapa centros de mantenimiento según propuesta en las especificaciones	47
Figura 20. – Estructura de centros de mantenimiento según propuesta alternativa	48
Figura 21. – Distribución centros de mantenimiento según propuesta en las especificaciones	48
Figura 22. – Organigrama según propuesta alternativa	51
Figura 23. – Mapa centros de mantenimiento según propuesta alternativa	52
Figura 24. – Distribución centros de mantenimiento según propuesta alternativa optimizada	53
Figura 25. – Mapa centros de mantenimiento según alternativa optimizada	54



Figura 26. – Parte de avería. Hoja 1 de 2	70
Figura 27. – Parte de avería. Hoja 2 de 2	71
Figura 28. –Tiempos de asistencia a la avería en cascada.....	74
Figura 29. – Reducción de las averías durante el período de mantenimiento.....	74
Figura 30. – Esquema de actuación en averías	79
Figura 31. – Esquema del SAM Local y Central	81
Figura 32. – Esquema de comunicación EBISAM-IL.....	82
Figura 33. – Imagen EBIScreen en EBISAM-IL.....	83
Figura 34. – Imagen EBIControl – Estado de Controladores	84
Figura 35. – Imagen EBIControl – Salidas Controladores	85
Figura 36. – Imagen EBIScreen con ventana EBIMov en EBISAM-IL.....	86
Figura 37. – Imagen FEU.....	87
Figura 38. – Esquema de comunicación EBISAM-L2.....	90
Figura 39. – Esquema de comunicación EBISAM-Central.....	91
Figura 40. – Flujo de información entre los EBISAM y los Puestos de Control de Interfaces EBIPCI	91
Figura 41. – Imagen EBIScreen en EBISAM Central	91
Figura 42. – EBISAM Central – Vista Estado de Equipos del Sistema	91
Figura 43. – Imagen EBIScreen con ventana EBIMov en EBISAM Central	91
Figura 44. – Vista estado Enclavamientos en EBIScreen de EBISAM Central	91

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento Correctivo de las Instalaciones de Señalización
y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad
Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Jose Luis González Álvarez





Capítulo 1. Sistema ERTMS¹ de Alta Velocidad

¹ Se ha estimado oportuno incluir un **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** al final de este proyecto para facilitar el seguimiento del mismo.



1.1. Propósito del proyecto.

1.1.1. Introducción

El presente proyecto tiene como finalidad desarrollar en detalle tanto los recursos de material como de personal necesarios para los trabajos de **mantenimiento correctivo** de una instalación ferroviaria de alta velocidad dotada del Sistema de Gestión del Tráfico Ferroviario Europeo (European Railway Management System – ERTMS) como es el tramo Barcelona Sants – Figueras de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Figueras - Frontera Francesa que transcurre por la Comunidad Autónoma de Cataluña entre las provincias de Barcelona y Gerona, donde la seguridad de la circulación, es decir, la de sus usuarios prima por encima de todo.

Para esto se explicará qué es el Sistema ERTMS y su aplicación en el tramo citado para finalmente centrarnos en la gestión de los recursos humanos y materiales para proporcionar un mantenimiento correctivo excelente en tales instalaciones.

Para el diseño de este proyecto, explorando los equipos comerciales disponibles en el mercado y valorando las especificaciones solicitadas para el tramo a estudiar, se han adoptado como solución los equipos de Bombardier Rail Control & Solutions por lo que en adelante nos referiremos a los éstos por su referencia comercial *EBI* (European Bombardier Investments).

1.1.2. Definición y origen del mantenimiento correctivo.

Hasta los años 50, en pleno desarrollo de la producción en cadena y de la sociedad de consumo, lo importante era conseguir una alta producción a bajo coste. En esta etapa, el mantenimiento era visto como un servicio necesario que debía costar poco y pasar inadvertido como señal de que todo se desarrollaba correctamente.

En esta etapa, "mantener" es sinónimo de "reparar" y el servicio de mantenimiento operaba con una organización y planificación mínimas (mecánica y engrase) pues la industria no estaba muy mecanizada y las paradas de los equipos productivos no tenían demasiada importancia ya que se trataba de maquinaria sencilla y fiable y, debido a esta sencillez, fácil de reparar. La política de la empresa era la de minimizar el costo de mantenimiento.



Actualmente todo esto ha cambiado y en todos los proyectos industriales el mantenimiento es una parte vital ya que asegura la rentabilidad de éste a pesar de suponer una parte importante del presupuesto.

El mantenimiento correctivo agrupa las acciones a realizar en el software (programas, bases de datos, documentación, etc.) ante un funcionamiento incorrecto, deficiente o incompleto que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo.

Estas acciones, que no implican cambios funcionales, corrigen las averías técnicas en los dispositivos, entendiendo por avería una deficiencia en su funcionamiento que se produce a causa de errores en la configuración del sistema, desarrollo de programas ó por desgaste y fatiga del elemento en cuestión.

Se establecerá un marco de colaboración que contemple las actividades que corresponden a la garantía del proveedor y el cliente titular del contrato. La corrección de los defectos funcionales y técnicos de las aplicaciones cubiertas por el servicio de mantenimiento, en el proyecto que nos ocupa, se establecen en el *Pliego de condiciones técnicas particulares para el mantenimiento de las instalaciones definidas en el proyecto: “Proyecto Constructivo de las Instalaciones de Señalización, Telecomunicaciones Fijas y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa”*.

1.2. ¿Qué es el ERTMS?

1.2.1. Introducción

Este capítulo expone las principales características del Sistema de Gestión del Tráfico Ferroviario Europeo (European Railway Management System – ERTMS) con la finalidad de desarrollar pormenorizadamente, en el resto de capítulos, la gestión de materiales y de personal en los trabajos de mantenimiento correctivo en una instalación ferroviaria de alta velocidad como es el tramo Barcelona-Figueras que nos ocupa.

El sistema ERTMS es el mayor proyecto industrial desarrollado por seis miembros de UNIFE – Alstom Transport, Ansaldo STS, Bombardier, Invensys Rail Group, Siemens Mobility y Thales – en cooperación con la Unión Europea, empresas ferroviarias y la industria de GSM-R.



ERTMS tiene dos componentes básicos:

- ETCS, Sistema de Control de Trenes Europeo, es un sistema automático de protección del tren (Automatic Train Protection – ATP), para sustituir los sistemas ATP nacionales existentes.
- GSM-R, Groupe Spéciale Mobile – Railways, es un sistema de radio para comunicaciones de voz y datos entre la vía y el tren, basado en la norma GSM utilizando frecuencias específicamente reservados para el transporte por ferrocarril con determinadas aplicaciones y funciones avanzadas.



Figura 1. – Ej. de Centro de Tráfico Centralizado

La aplicación del ERTMS tiene por objeto sustituir los diferentes sistemas nacionales de control y mando de trenes en Europa. Su implantación permitirá la creación de un sistema ferroviario europeo sin fisuras y aumentar la competitividad del ferrocarril como medio de transporte.

1.2.2. Historia

1.2.2.1. Señalización anterior al sistema ERTMS

Las primeras señales que se comenzaron a utilizar eran realizadas por personas, en España se les denominaba *policía de ferrocarriles* y la indicación la daban utilizando los brazos. El brazo extendido era cuando la línea estaba ocupada y cuando los brazos estaban pegados al cuerpo la línea se encontraba libre de otros trenes.

Más tarde se comenzaron a utilizar distintos objetos, todos con la característica de que era necesaria la presencia física de una persona, por lo que el lugar en el que se mostraba la señal podía variar a voluntad, así se llegó a la utilización de los banderines de diferentes colores y se agregó la señal de precaución.

La aparición del semáforo mecánico en 1842 en el ferrocarril de Croydon en Inglaterra, marcó un paso considerable, en primer lugar no era necesaria la presencia del operario en el mismo lugar de la señal, esta se presentaba en el mismo lugar, en un punto elevado en comparación y fácilmente reconocible por el maquinista incluso en condiciones climatológicas adversas. En cierta forma permitía la



centralización, esto es, un agente podía gobernar desde un punto muchas señales a través de un sistema de cables que al tensarse o destensarse y por medio de un sistema simple de poleas pudiera subir o bajar el brazo mecánico.

Sin embargo, cuando la visibilidad disminuía, al llegar la noche, el operario tenía que acercarse con el farol de petróleo o de aceite a darle las indicaciones al maquinista. Esto último se solventó poniendo el farol en la misma señal, fue el comienzo de las señales luminosas.

No todas las señales utilizaban la vista, existen las señales acústicas, hoy en día desaparecidas en la mayoría de las compañías. Estas señales eran un pequeño explosivo encapsulado (generalmente plástico) que se sujetaba al raíl por diferentes métodos. Al pasar el tren, la rueda lo aplastaba y lo detonaba, y el ruido de la detonación obligaba al maquinista a detener el tren. La velocidad y las medidas de aislamiento de las cabinas de conducción inutilizaron esta señal.

Las señales entraron en sistemas más complejos en la misma proporción de los avances tecnológicos, sustituyéndose el sistema de alambres por el hidráulico y más tarde el eléctrico. El avance de este tipo de señales trajo consigo a su vez, el avance en los sistemas de bloqueo, como el bloqueo automático, sistema que aprovecha la conductividad de los raíles para obtener información del paso del tren, de forma que al pasar el tren por el cantón protegido por este tipo de bloqueo, las llantas unen los dos carriles eléctricamente, esto provoca un cierre de circuito eléctrico, (como pulsar un interruptor de la luz) que es detectado por la unidad de control, que cerrará o pondrá en rojo la señal posterior para que ningún otro tren pueda invadir el cantón. Este sistema mayoritariamente utilizado, tiene la ventaja que en caso de rotura del raíl, se interrumpe el circuito lo que es inmediatamente detectado por la unidad de control, cerrando las señales.

Actualmente son los ordenadores los responsables de las señales, avisando incluso de la avería en el fundido de la bombilla del semáforo.

El sistema ASFA (Anuncio de Señales y Frenado Automático), acabó con la incertidumbre del maquinista a la hora de percibir las señales evitando confusiones y posibilitando la circulación a ciegas. El sistema se basa en unas balizas que están en la caja de la vía entre los dos carriles, normalmente a una distancia de entre 50 y 60 cm, del carril derecho según la marcha y siempre delante de las señales (2 balizas una a 300m y otra entre 1 y 5 m). El tren pasa necesariamente por encima de esta, captando la información a través de un sistema inductivo. Esta información es simplemente como se encuentra la señal. Si la señal se encuentra en verde, el sistema dará al maquinista una señal sonora corta, si la señal es anuncio de parada o anuncio de precaución, la señal será más larga y el maquinista tendrá que pulsar el botón de reconocimiento de señal en el panel de control del sistema. Junto con el reconocimiento el maquinista reducirá inmediatamente la velocidad del tren, en caso de ser indicación



de parada procederá a la misma. El incumplimiento del reconocimiento, de la reducción o de la parada, hace que actúe el sistema de frenado automático deteniendo el tren.

1.2.2.2. Origen del sistema ERTMS

Actualmente, los trenes están equipados con hasta siete diferentes sistemas de navegación. Cada uno de ellos es muy costoso y ocupa espacio en la placa. Un tren que pasa de un país europeo a otro, debe cambiar el manual de normas, al cruzar la frontera. Todo esto aumenta el tiempo de viaje y los costes de funcionamiento y mantenimiento.

Junto con otras diferencias técnicas - por ejemplo el ancho de vía, la tensión de catenaria, el diseño del material rodante, etc - la existencia de más de 20 sistemas de control de trenes en Europa ha sido siempre un obstáculo importante para el desarrollo del transporte ferroviario internacional. Por esta razón, el desarrollo de un sistema común europeo comenzó a ser discutido desde finales del decenio de 1980.



Figura 2. – Principales Corredores ERTMS en Europa

Tras la decisión adoptada por el ministro de Transporte de la Unión Europea en diciembre de 1989, la Comisión Europea acometió un proyecto para analizar los problemas relativos a la señalización y control del tren. A finales de 1990, se creó el ERRI, European Rail Research Institute (Instituto Europeo de Investigación Ferroviaria), como grupo de expertos de ferrocarril (A200) para desarrollar los requisitos de ETCS. En junio de 1991, la Industria Ferroviaria Europea, EUROSIG, la Unión Internacional de los Ferrocarriles, UIC, y el Instituto Europeo de Investigación Ferroviaria, ERRI, alcanzan un acuerdo en los principios para la estrecha cooperación con el fin de examinar los requisitos para las especificaciones como la base para el desarrollo industrial.

El proyecto incluye un marco de los nuevos equipos basados en arquitectura abierta (el EuroCab), un nuevo sistema discontinuo para la transmisión de datos, (Eurobaliza), y un nuevo sistema de



transmisión continua (Euroradio). A finales de 1993, el Consejo de la Unión Europea emitió una directiva de interoperabilidad y se tomó la decisión de crear una estructura para definir la especificación técnica de interoperabilidad.

Al inicio del 4º Programa marco, en 1995, la CE definió una estrategia global para el futuro desarrollo del ERTMS con el objetivo de preparar su futura aplicación en la red ferroviaria europea. La estrategia global descrita en el "Plan Maestro de Actividades" incluye las fases de desarrollo y de validación del sistema. El objetivo de la fase de validación era llevar a cabo pruebas a gran escala en centros ubicados en diferentes países (Francia, Alemania e Italia).

En el verano de 1998, el consorcio de suministradores de señalización para la especificación y consolidación de ERTMS/ETCS, UNISIG, que agrupa las empresas de señalización, se constituye para completar las Especificaciones de los Requisitos del Sistema (SRS). La Clase P de las especificaciones fue entregada el 23 de abril de 1999 y el acuerdo final de las especificaciones ERTMS, la clase 1, el 25 de abril de 2000, el sistema llega finalmente a proporcionar sustancialmente los más altos niveles de operabilidad para los ferrocarriles.

Las especificaciones fueron revisadas para incluir funcionalidades adicionales y satisfacer mejor las necesidades de las empresas ferroviarias y los administradores de la infraestructura. Las especificaciones que están actualmente en vigor figuran en el apartado 2.3.0d SRS, que fue aprobado por la Comisión Europea en abril de 2008. Para garantizar que el ERTMS es constantemente adaptado a las necesidades de los ferrocarriles, las especificaciones técnicas se mantienen bajo la dirección de la Agencia Ferroviaria Europea, en cooperación con la industria de la señalización ferroviaria y demás partes interesadas.

Paralelamente a este trabajo de especificación, se ha efectuado un esfuerzo conjunto de la Unión Europea y los Estados miembros para financiar el sistema ERTMS/ETCS. Dos memorandos de entendimiento fueron firmados en 2005 y 2008 por la Comisión Europea y las partes interesadas en el desarrollo e implementación del ERTMS en un ulterior despliegue de la red ferroviaria de Europa. Seis corredores especialmente preparados (véase la figura 2) se identificaron para el desarrollo del ERTMS, mientras que los incentivos financieros han sido diseñados para apoyar tanto la infraestructura como la instalación de a bordo.

1.2.3. ¿Por qué Europa necesita el ERTMS?

Actualmente hay más de 20 sistemas de control de trenes en toda la Unión Europea. Cada tren utilizado por una empresa ferroviaria tiene que estar equipado con al menos un sistema embarcado de señalización, a veces más, sólo para poder circular con seguridad en un país.



Cada sistema es autónomo y no son interoperables entre sí y, requiere una múltiple integración con el consiguiente esfuerzo de ingeniería para el tráfico transfronterizo. Estos obstáculos técnicos en los viajes internacionales dificultan y restan competitividad al sector ferroviario respecto a otros transportes, especialmente por carretera. Como ejemplo ilustrativo, puede mencionarse el funcionamiento de trenes Thalys que cubre la Línea de Alta Velocidad, L.A.V., entre París-Bruselas-Colonia-Ámsterdam tienen que estar equipados con 7 tipos diferentes de sistemas de control de trenes, lo que eleva considerablemente los costos y los riesgos de avería, además la dificultad que supone para los conductores, que deben poder manejar las distintas interfaces.

1.2.4. Un único sistema de control de tren para Europa y más allá.

Como único sistema europeo de control de trenes, el ERTMS está destinado a sustituir progresivamente a los actuales sistemas incompatibles en toda Europa. Esto traerá considerables beneficios al sector ferroviario, ya que impulsará el transporte internacional tanto de mercancías como el de pasajeros.

Además, el sistema ERTMS es posiblemente el más eficiente sistema de control de trenes en el mundo y aporta importantes ventajas en términos de ahorro de costes de mantenimiento, seguridad, fiabilidad, puntualidad y capacidad de tráfico. Esto explica por qué el sistema ERTMS tiene cada vez más éxito fuera de Europa, y se está convirtiendo en el sistema de control del tren elegido por otros países como China, India, Taiwán, Corea del Sur y Arabia Saudita.

Al hacer más competitivo el sector ferroviario, ERTMS contribuye a nivelar la competencia con el transporte por carretera y, en definitiva, proporciona beneficios significativos en el medio ambiente.

ETCS + GSM-R = ERTMS

ETCS es el nuevo sistema de control y mando, GSM-R es el nuevo sistema de radio para comunicaciones de voz y datos. Juntos, forman el sistema ERTMS, el nuevo sistema de señalización y gestión para Europa, que permita la interoperabilidad en toda la red ferroviaria europea.

Tabla 1.- Definición ERTMS



1.3. Niveles

El sistema ERTMS se ha diseñado con diferentes niveles ETCS para optimizar la operabilidad y la flexibilidad del mismo.

1.3.1. ERTMS - Nivel 1

- A.** Las informaciones se transmiten por Eurobalizas situadas a lo largo la vía y conectadas a la señalización existente. En principio, cada señal tiene su baliza. El tren 2, pasa sobre la baliza A junto a la señal “verde” y recibe la autorización de circular hasta el final de la sección 2. Esta autorización le permite en principio circular a la velocidad máxima de la línea (160 km/h en este ejemplo) hasta la baliza B que se encuentra en la señal siguiente. Si no recibe otra información, después de haber pasado la baliza B, el tren debería frenar para parar antes de la señal de la baliza C.
- B.** En situación “normal” cuando el tren 2 pasa sobre la baliza B, el tren 1 habrá liberado la sección 3. El tren 2 recibirá una nueva autorización para circular, esta vez hasta la señal correspondiente a la baliza D. El tren podrá seguir circulando a la velocidad máxima de la línea, en nuestro caso a 160 km/h.
- C.** Sin embargo, si, por alguna razón, el tren 1 no ha liberado la sección 3, la baliza B confirma la prohibición de cruzar la señal que se encuentra en la baliza C, lo que implicará que el tren deberá circular a velocidad cada vez más reducida hasta detenerse en la baliza C. El conductor no cruzará la baliza C hasta que la señal pase a ámbar o a verde.



Baliza ETCS Nivel 1

Figura 3. – Eurobaliza

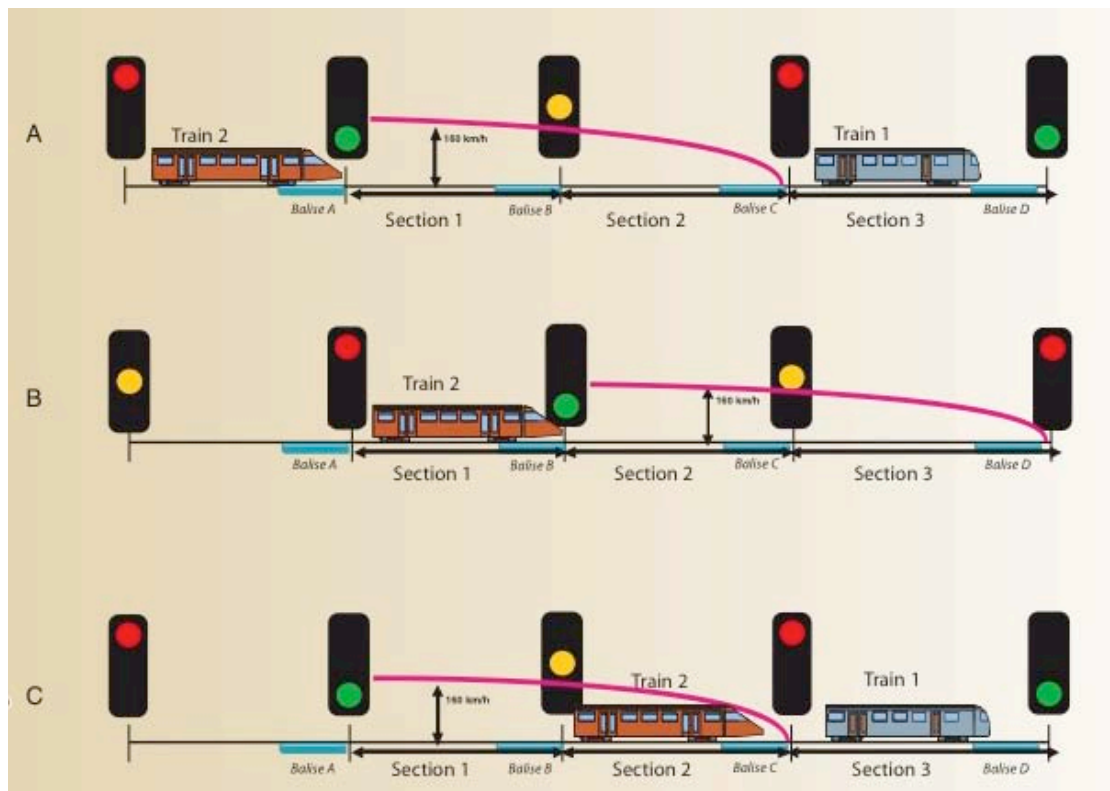


Figura 4. – ERTMS – Nivel 1

1.3.2. ERTMS - Nivel 2

En este nivel todas las informaciones pueden ser transmitidas por radio (GSM-R) sin necesidad de señales laterales lo que permite ahorros sustanciales en inversión y en mantenimiento. La detección de la posición de los trenes sigue efectuándose en el suelo (mediante circuitos de vía, contadores de ejes...) pero el tren con ETCS puede recibir por radio una nueva “autorización de avanzar” en todo momento. Mientras que en nivel 1, la información de que el cantón está liberado sólo podía ser recibida al final de la sección 2, obligando así el tren a circular a baja velocidad, con el nivel 2 la información es disponible inmediatamente, lo que contribuye a hacer el tráfico más fluido.

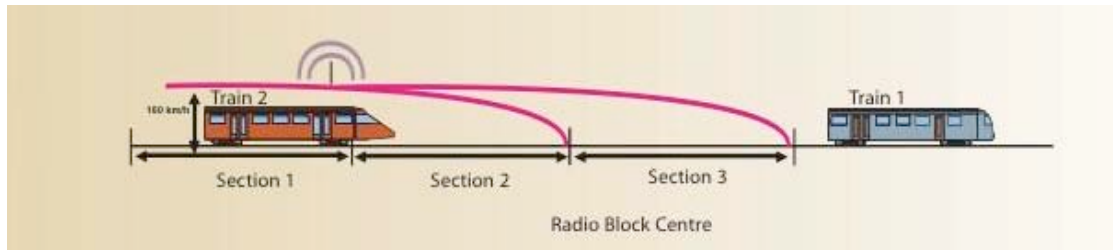


Figura 5. – ERTMS – Nivel 2

1.3.3. ERTMS - Nivel 3

Con el tercer nivel desaparecen los circuitos de vía para la localización del tren, y son los propios trenes los que, mediante sistemas de evaluación de las distancias recorridas, fijan su posición y envían la información por GSM-R a los Centros de Bloqueo de Radio, RBC, que fijan cantones fijos o móviles y determinan y vigilan su ocupación.

Este nivel cuya inversión en instalaciones es menor que en los niveles 1 y 2, podría ser aplicable tanto en líneas con poco tráfico, por estos menores costos de instalación, como en líneas con muy alto tráfico ya que permitiría aumentar la capacidad de la misma introduciendo más trenes debido a la reducción de las distancias entre éstos, lo que repercute en mayor competitividad y rentabilidad del sector ferroviario.

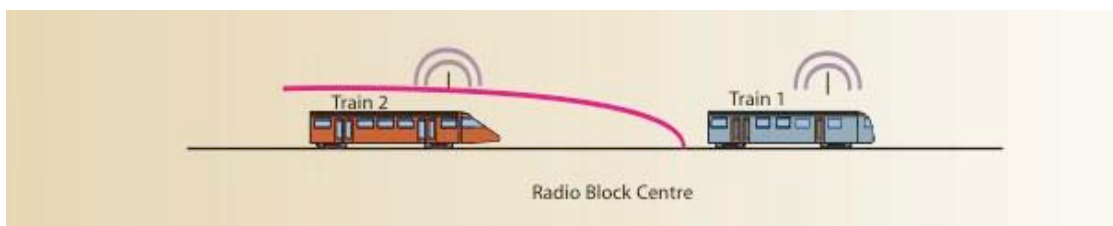


Figura 6. – ERTMS – Nivel 3

Un paso más en el sistema podría llevar a reducir al mínimo los equipos de vía con la implantación de un sistema de localización de los trenes por satélite que, con el nombre de programa Locoprol, que se prueba ahora en líneas de Bélgica y Francia e incluye también la experimentación de accionamientos de desvíos a distancia por GSM y sin cableados.



1.4. Beneficios

Para ser compatibles en toda Europa, el ERTMS provee una oportunidad única para crear un sistema ferroviario sin fisuras para toda la Unión Europea, donde puedan circular trenes de Barcelona a Varsovia, sin problemas técnicos relacionados con la señalización.

Sin embargo, esta operabilidad supranacional está lejos de ser la única ventaja del sistema ERTMS. De hecho, el ERTMS también se ha diseñado para ser el más eficiente sistema de control de trenes en el mundo. Además de la operabilidad internacional mencionada, aporta considerables beneficios:

- ▶ Aumento de la capacidad en las líneas existentes y una mayor disponibilidad para responder a la creciente demanda de transporte: como proceso continuo de comunicación basado en el sistema de señalización ERTMS reduce la frecuencia entre los trenes, lo que permite hasta un 40% más de capacidad de la infraestructura existente en la actualidad.
- ▶ Mayor velocidad: El ERTMS permitirá una velocidad máxima de hasta 500 km/h en futuras fases de desarrollo del sistema a medida que vaya extendiéndose su implantación.
- ▶ Mayor fiabilidad de las tasas: el ERTMS, puede aumentar la fiabilidad y puntualidad, aspectos fundamentales tanto en el transporte de pasajeros y como de mercancías.
- ▶ Menores costes: El sistema armonizado tiene mayor facilidad de fabricación, instalación y mantenimiento lo que hace el ferrocarril más competitivo.
- ▶ Reducción de los costes de mantenimiento: Con el ERTMS nivel 2, la señalización en tierra ya no es necesaria, lo cual reduce considerablemente los costes de mantenimiento;
- ▶ Un mercado abierto de suministro: los clientes podrán comprar el equipo para su instalación en cualquier lugar de Europa y los seis proveedores (Alstom, Siemens, Bombardier, Thales, Dimetronic y Ansaldo) podrán presentar una oferta para cualquier proyecto. Los equipos fijos como los embarcados pueden ser hechos por cualquiera de los seis proveedores ERTMS, lo que hace la oferta más competitiva.
- ▶ Reducción de tiempo de contrato debido a la reducción significativa de la ingeniería de procesos.
- ▶ Simplificado proceso de aprobación en Europa lo que reduce los costes de certificación, tradicionalmente asociados con la introducción de nuevos sistemas.



- Mayor seguridad para operarios, pasajeros y mercancías.

Pro todo ello, el sistema ERTMS hace que en Europa y en el mundo, el sector ferroviario pueda competir en mejores condiciones con otros sectores de transporte, especialmente por carretera.

1.5. Especificaciones

El martes 25 de abril de 2000, el Sr. Miguel Corsini (Presidente de la UIC) y el Sr. Brian Crowther (Vice-Presidente de la UNIFE) entregaron a la Comisión Europea, una copia de las Especificaciones de Requisitos Funcionales (FRS) y Especificaciones de Requisitos del Sistema (SRS) de ERTMS - Clase 1.

En febrero de 2002 la versión revisada del SRS (versión 2.2.2), se aprobó y se introdujo en las ETI a través del proceso de Cambio de Control gestionado por AEIF, la Asociación Europea para la Interoperabilidad Ferroviaria. Para garantizar la plena interoperabilidad técnica del sistema, los miembros UNISIG decidieron introducir enmiendas. La última versión que fue acordada fue la 2.3.0. Las especificaciones que están actualmente en vigor figuran en la versión 2.3.0d, que fueron aprobadas por la Comisión Europea en abril de 2008.

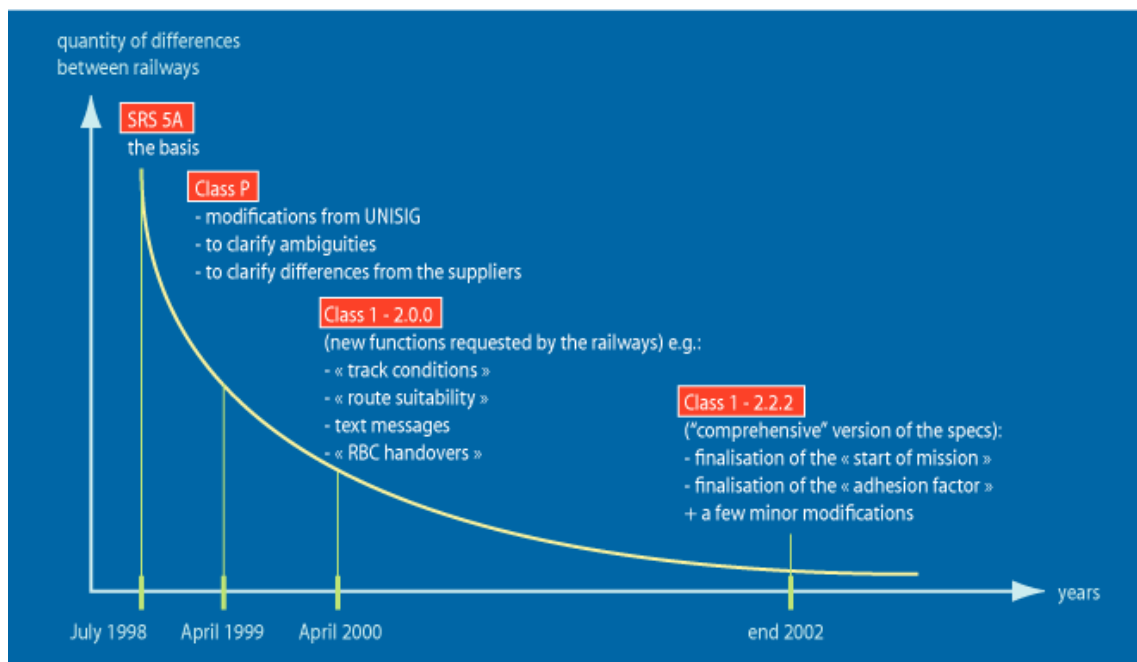


Figura 7. – Evolución de cantidad de diferencias entre sistemas de señalización

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento Correctivo de las Instalaciones de Señalización
y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad
Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Jose Luis González Álvarez



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento Correctivo de las Instalaciones de Señalización
y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad
Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Jose Luis González Álvarez



Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento de las Instalaciones de Señalización y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras,
de La línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Capítulo 2. Descripción Global Del Sistema de Señalización



2.1. Introducción

El tramo de línea objeto de estudio tiene una longitud de 130 Km. sobre doble vía de ancho U.I.C. (1435mm) permitiendo una velocidad de hasta 350 Km/h.

Para comprender el alcance del proyecto de mantenimiento correctivo de una Línea de Alta Velocidad, LAV, es necesario explicar primero la estructura del sistema a mantener y los equipos y sistemas con que se va a dotar previamente:

► Instalaciones de seguridad:

- Enclavamientos electrónicos con sus correspondientes mandos locales.
- BVB's: Bloqueos en vía banalizada que permitirán reservar tramos por los que no podrán circular determinados trenes.
- Elementos de campo tales como señales de tipo LED, circuitos de vía de audiofrecuencia codificados sin junta y sensores de rueda en los desvíos.
- Red de cables.
- Registradores jurídicos de seguridad.
- Sistemas de ayuda al mantenimiento de los enclavamientos.
- Actuaciones sobre los enclavamientos existentes de las estaciones de Sants, La Llagosta, Bifurcación Mollet y Tresserre.

► Sistemas de protección al tren:

- ERTMS/ETCS Nivel 2 como sistema primario, ERTMS Nivel 1 como sistema de respaldo y sistema ASFA como tercer nivel.
- Ampliación del Puesto Central de ERTMS/ETCS (PCE) existente en los CRC de Zaragoza y Barcelona, que ya controlaba el tramo Madrid – Zaragoza.



- Interface con el Centro de Bloqueo de Radio (Radio Block Center – RBC) de Alcatel existente en Barcelona.
- Interface con el RBC de Ansaldo existente en Tresserre.
- ▶ Comunicaciones fijas, que incluye redes de transmisión, red de comunicación de voz y red de comunicación de datos.
- ▶ Sistemas auxiliares de detección, formados por los siguientes subsistemas:
 - Detectores de cajas calientes.
 - Detectores de caída de objetos.
 - Detectores de viento lateral.
- ▶ Centro de Regulación y Control – Puesto Regional de Operación (CRC-PRO).
 - Ampliación del Control de Trafico Centralizado, CTC, existente en el Centro de Regulación y Control, CRC, de Zaragoza
 - Ampliación del futuro CTC previsto en el CRC de Barcelona
 - Ampliación del Puesto Regional de Operación (PRO) previsto en el tramo Tarragona – Barcelona que se instalará en la estación de Barcelona Sants.
- ▶ Construcción de edificios técnicos para la ubicación de los equipos y sistemas proyectados.
- ▶ Toda la obra civil auxiliar necesaria para el tendido de cables a lo largo de todo el tramo.
- ▶ Mantenimiento correctivo por un período de 36 meses y 2 de premantenimiento.



2.2. Descripción del sistema

2.2.1. Introducción

El sistema propuesto se compone de cinco bloques principales:

- ▶ Sistema de Telemando.
- ▶ Sistema de comunicaciones.
 - Sistema de Señalización.
 - Sistema de protección del tren.
 - Sistema de Detectores.

A continuación se muestra un esquema de dichos sistemas y las relaciones entre los mismos:

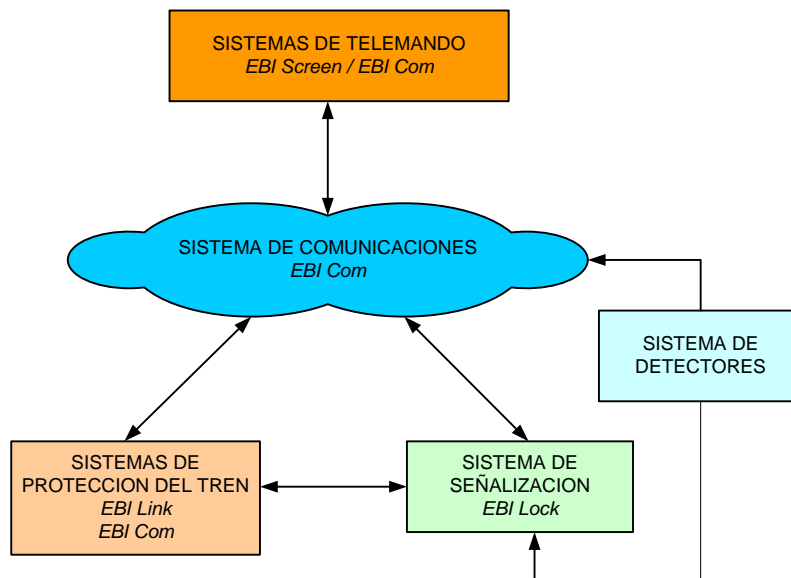


Figura 8. – Esquema del sistema de comunicaciones



Como se adelantaba en el Capítulo 2.1, el diseño de toda la infraestructura de señalización se va a hacer basándonos en equipos y sistemas de la empresa Bombardier ya existentes e implementados en España y en otros países para integrar este proyecto con mínimas adaptaciones en función de los requisitos específicos de ADIF. Así pues se tiene:

- ▶ El sistema *EBICom* es parte del sistema de comunicaciones que hace posible el intercambio de datos con la red real y con los sistemas de señalización básicos.
- ▶ El sistema de señalización *EBILock* realiza las funciones de enclavamiento electrónico, ENCE, de seguridad. La tecnología *EBILink* es capaz de ofrecer una solución ERTMS Nivel 1 para este proyecto. Esta solución, conjuntamente con la plataforma *EBICom*, responde a las necesidades de ERTMS Nivel 2 que engloba el sistema de protección del tren solicitado.
- ▶ La plataforma *EBIScreen* ofrece la posibilidad de tener una interfaz videográfica de usuario fácilmente adaptable a las necesidades del cliente pudiendo realizar una gestión eficiente de la operación del sistema en todas sus vertientes, operación, explotación y mantenimiento.

2.2.2. Sistema de señalización

El equipamiento de señalización propuesto para el tramo Barcelona Sants - Figueras de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Figueras-Frontera Francesa se basa en las plataformas integradas *EBILock* 950, enclavamiento electrónico, y *EBICom* 950, Centro de Bloqueo de Radio, que, sobre una estructura física común, implementan las funciones de seguridad requeridas para la señalización convencional, ERTMS Nivel 2, y enlace con los sistemas ERTMS Nivel 1.

La homogeneidad de la solución propuesta no se limita exclusivamente al hardware de los sistemas, sino también a la filosofía de diseño software, las herramientas de ayuda al diseño y la metodología de pruebas y validación. De este modo se asegura una alta coherencia y una simplificación de los procesos que garantiza el cumplimiento de las prescripciones del Comité Europeo de la Estandarización Electrotécnica, CENELEC, para el desarrollo de sistemas de seguridad SIL 4 (Safety Integrity Level 4), conforme a las normas EN 50126, EN 50128 y EN 50129.

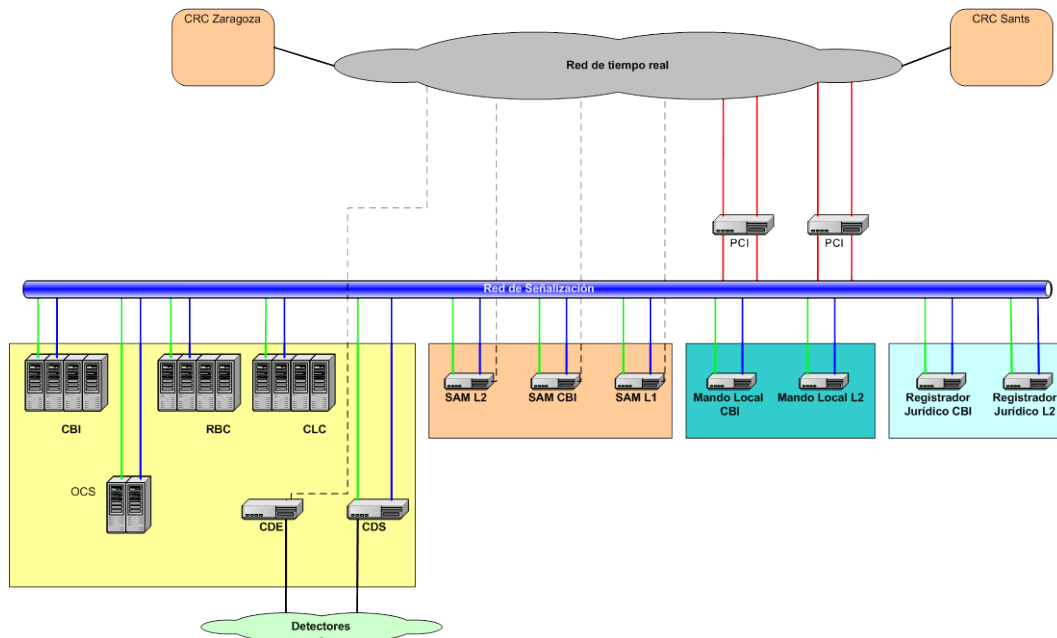


Figura 9. – Esquema global de la solución propuesta

El sistema de señalización propuesto se compone de los siguientes elementos:

2.2.2.1. Enclavamientos electrónicos.

El sistema *EB/*Lock 950, es un diseño de última generación en configuración dual redundante (Hot-Standby). Éste será el encargado de controlar y procesar la información vital necesaria para garantizar la seguridad del tráfico ferroviario. El enclavamiento se comunicará, utilizando un interface seguro, con los sistemas ERTMS proporcionándole la información necesaria para su operación.

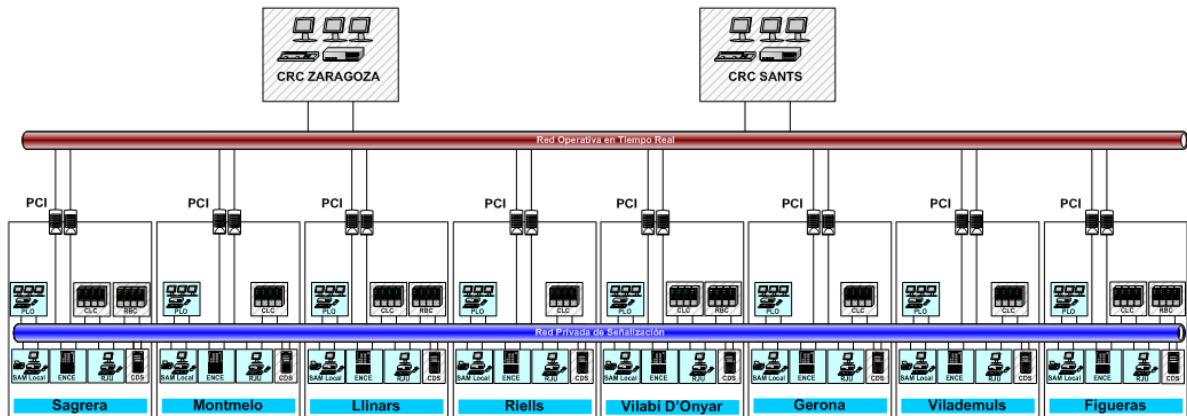


Figura 10. – Arquitectura Sistema Señalización

2.2.2.2. Señalización lateral luminosa.

Conjunto compuesto de señales de LED's, señales alfanuméricas e indicadores de aguja. Se suministrarán e instalarán pantallas fijas de información y cartelones que cumplirán lo especificado en el documento "Especificaciones Técnicas de Cartelones y Pantallas de Información Fijas" Ed. Junio 2004.

2.2.2.3. Equipos de detección de tren.

Circuitos de vía electrónicos de audiofrecuencia codificados de tecnología TI-21 última generación y sensores de rueda. Esta última generación de circuitos de vía implementa la codificación de estos circuitos de vía aumentando la seguridad del producto. Existen dos clases diferentes de circuitos de vía TI-21, dependiendo de su aplicación:

- ▶ Circuitos de vía TI 21 M: Aplicación en zona de estación.
- ▶ Circuitos de vía TI 21 I: Aplicación en trayectos y estacionamientos largos.

Es especialmente ventajoso la existencia de un solo equipo transmisor para ambas tecnologías "M" e "I" y para todas las frecuencias. La posibilidad de configurar para cualquier frecuencia el transmisor y el receptor hace más modular este sistema.



2.2.2.4. Puesto Local de Operación integrado para ENCE y RBC (PLO / PLO-R).

El Puesto de Local de Operación (PLO) es el sistema videográfico que permite el control mediante el envío de órdenes, la supervisión mediante la visualización del estado de los elementos y mantenimiento mediante la recepción de alarmas/diagnosis del enclavamiento en modo local. Cada enclavamiento del tramo Barcelona – Figueras dispondrá de un Puesto de Local de Operación.

2.2.2.5. Sistema de Ayuda al Mantenimiento (SAM).

El Sistema de Ayuda al Mantenimiento se divide en dos niveles: Local y Central. El propósito de los Sistemas de Ayuda al Mantenimiento es facilitar las tareas de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo. Los sistemas de ayuda al mantenimiento permiten el acceso a la información de diagnóstico y a las funciones propias de mantenimiento del Sistema de Señalización y ERTMS.

2.2.2.6. Unidad de Registro Jurídico (RJU).

La Unidad de Registro Jurídico (RJU) es el sistema encargado de registrar, almacenar y presentar toda la información procesada por los sistemas de seguridad (SIL4): ENCE, CLC y RBC, con el fin de poder reproducir en detalle tanto las decisiones tomadas como las transferencias de información entre los mismos en caso de necesidad.

El RJU deberá proteger los datos almacenados impidiendo su borrado accidental o intencionado y permitir a los usuarios autorizados acceder a los datos almacenados.

2.3. Sistema de protección del tren

Los Sistemas de Protección del Tren propuestos para esta instalación deben cumplir las especificaciones europeas ERTMS/ETCS cuyo objetivo es garantizar la interoperabilidad de las diferentes tecnologías. Dichas especificaciones normalizan las funciones de los equipos de protección y control de los trenes, así como los interfaces entre los diferentes subsistemas, tanto embarcados como en la infraestructura de vía.

Desde el comienzo de las iniciativas de estandarización europea, origen de las actuales normas ERTMS, varias empresas han participado activamente y aportado su conocimiento técnico para el desarrollo de sistemas clave como son las Eurobalizas y las Unidades Electrónicas de Línea (Lineside Electronic Unit - LEU) que sirven de codificadores, núcleo del Nivel 1 de ERTMS. El proyecto de Pruebas Europeas de



Eurocab Madrid-Sevilla (Eurocab Madrid-Seville European Tests – EMSET) concluyó con resultados positivos las pruebas de interoperabilidad entre los diferentes proveedores del sector.

En el proyecto se ha considerado la gama de productos *EBICom 950* (ERTMS Nivel 2) y *EBILink 2000* (ERTMS Nivel 1) para proporcionar las funcionalidades requeridas por los más modernos sistemas de protección en conformidad con las normas CENELEC para equipos ferroviarios de seguridad EN 50126, EN 50128 y EN 50129.

Los sistemas considerados cubren los niveles de operación 1 y 2 de las normativa europea ERTMS y están basados en las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad (TSI), la Especificación de Requisitos Funcionales del Sistema ETCS (FRS), versión 4.29 y la Especificación de Requisitos del Sistema ERTMS/ETCS Clase 1 del grupo UNISIG (SRS) versión 2.3.0.

Además proporcionan la funcionalidad nacional definida en TFM021046-DF-4-Parte 1-V20, TFM021046-DF-4-Parte 2-v18 y TFM021046-DF-4-Anejo 1-V12

El tramo Barcelona – Figueras de la línea de Alta Velocidad Madrid – Barcelona – Frontera Francesa, dispondrá de un sistema ERTMS/ETCS Nivel 2 como sistema de operación principal. Un segundo modo de operación, basado en el Nivel 1, se utilizará como sistema de respaldo y permitirá mantener la supervisión de los trenes ante fallos del sistema de radio así como la circulación de trenes solamente equipados con ERTMS Nivel 1. El tercer nivel de operación en modo degradado será proporcionado por el sistema ASFA para aquellos trenes no equipados con ERTMS o con el sistema indisponible.

El sistema permitirá una velocidad máxima de 300km/h y con un intervalo entre trenes de 5´30” para circulaciones en Nivel 1 y una velocidad máxima de 350km/h con un intervalo entre trenes de 2´30” para circulaciones en Nivel 2



El esquema siguiente ilustra la arquitectura de los diferentes sistemas proyectados

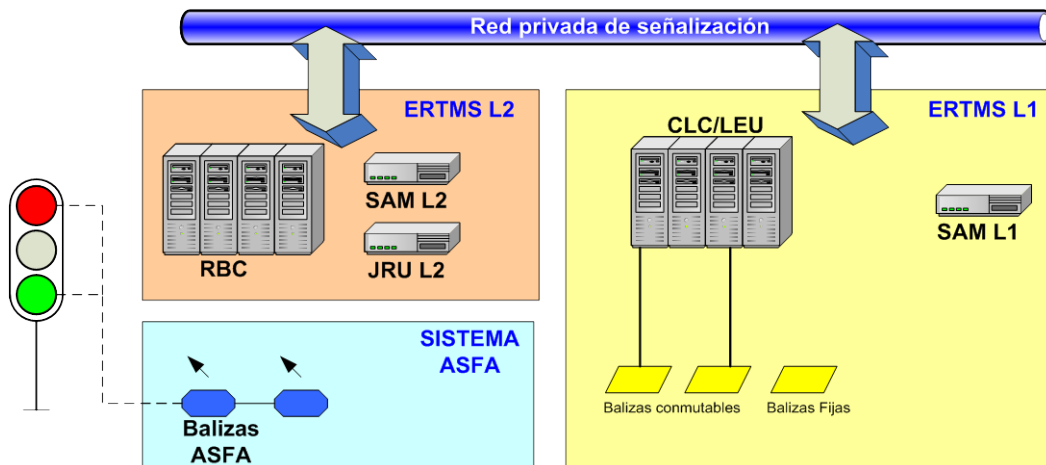


Figura 11. – Arquitectura Sistemas de Protección del Tren

El esquema siguiente ilustra la arquitectura de los diferentes equipos/sistemas elegidos para el diseño de la instalación que nos ocupa:

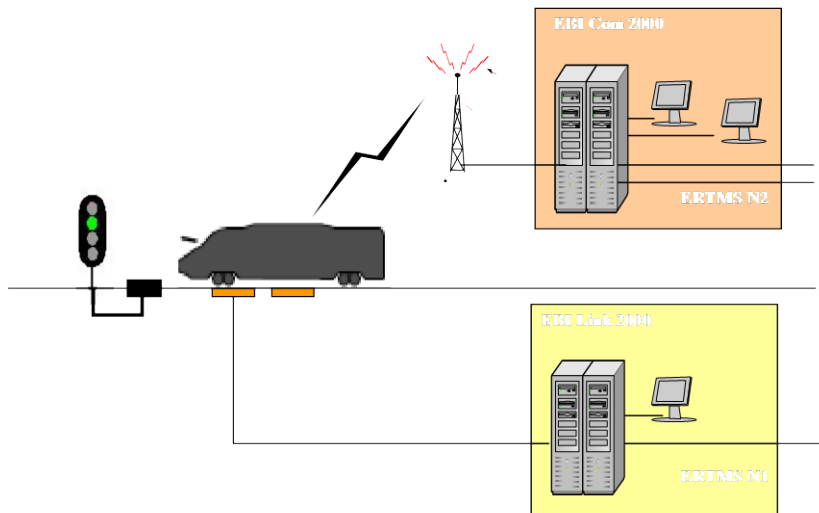


Figura 12. – Sistemas de protección del tren



2.3.1. Sistema ERTMS Nivel 2

Es un sistema continuo y bidireccional. Este sistema está centralizado en los Centros de Bloqueo de Radio (RBC) que son los responsables de enviar los datos vía radio de forma segura al tren.

El tren a su vez reporta su posición al RBC, esta referencia de posición la obtiene gracias a las Eurobalizas de relocalización instaladas en vía.

Los RBC's reciben información sobre el estado de la señalización desde el enclavamiento y sobre la activación de restricciones temporales de velocidad desde el Control de Tráfico Centralizado. El RBC compila todas estas informaciones con los datos almacenados de aplicación geográfica y añade una capa de seguridad de forma que la transmisión vía GSM-R sea segura. Una vez compilado el mensaje es enviado al equipo embarcado del tren.

Los RBC's se comunican entre sí de forma que el paso de los trenes desde una zona controlada por un RBC a una zona adyacente controlada por otro, se realice de forma fluida y transparente para el tren.

Los RBC's cuentan con un puesto local de operación para introducir comandos de forma local y con un puesto de ayuda al mantenimiento y un registrador jurídico.

Como RBC para este diseño emplearemos el *EBICom 2000* que es un sistema electrónico de bloqueo por radio de diseño modular y con capacidad de adaptación a distintas administraciones para ser utilizado en diversas aplicaciones.

2.3.2. El sistema ERTMS Nivel 1

Es un sistema de transmisión puntual unidireccional de tal forma que la comunicación se realiza en dirección vía – tren. Aunque dicho sistema es puntual, la supervisión de la velocidad es continua.

Las principales funciones del sistema son:

- ▶ Determinar autoridades de movimiento de acuerdo con el sistema de señalización subyacente.
- ▶ Transmitir autoridades de movimiento y datos de infraestructura al tren.
- ▶ Proporcionar puntos de localización al equipo embarcado.



Este sistema está formado principalmente por Eurobalizas y por equipos LEU que están integrados con el Centralizador de Codificadores ó Centralizador de LEU's (CLC).

Las Eurobalizas a su vez pueden ser:

- ▶ **Fijas:** no están conectadas con el sistema de señalización de forma que su información ha sido predefinida durante el diseño y no varía. En ellas se proporciona a los trenes circulantes datos fijos de infraestructura que no se ven afectados por el estado de la señalización: gradientes, perfiles estáticos de velocidad, mensajes de texto, etc.
- ▶ **Controladas:** pueden modificar la información transmitida a los trenes circulantes dependiendo del estado de la señalización, esto se hace gracias a los LEUs (Lineside Electronic Unit) que seleccionan los telegramas almacenados en éstos y Centralizadores de LEUs.

El LEU se encarga de seleccionar el telegrama adecuado a ser enviado al tren a través de las Eurobalizas, en función del estado de la señalización y activación de LTVs. El envío del telegrama seleccionado por el CLC hacia las balizas se realiza a través de Tarjetas Controladoras de Balizas (Eurobalise Driver Board - EDB) ubicadas en distintos controladores de objetos.

El Centralizador de LEU se encarga de recibir información sobre señalización desde el enclavamiento y distribuirla a los LEUs así como de recoger la información de diagnóstico de éstos y enviarla al sistema de ayuda al mantenimiento.

Como producto para cumplir las especificaciones ERTMS/ETCS Nivel 1 para este diseño emplearemos el sistema *EBLink* 2000 que del mismo modo que ocurría para el Nivel 2 se trata de un sistema modular, fácilmente adaptable y ampliable.

2.3.3. El sistema ASFA

Es un sistema de protección puntual con supervisión puntual de la velocidad de forma que el sistema puede reaccionar en puntos determinados esencialmente tras la recepción de balizas. Este sistema está basado en la transmisión de los diferentes aspectos de las señales al tren en puntos determinados de la línea de modo que el sistema embarcado anuncie el estado de una señal en anuncio de parada o precaución y aplique freno de emergencia en caso de rebase de señal en rojo.



2.4. Sistemas de Detección Auxiliares

Se ha considerado necesario dotar a la Línea de Alta Velocidad de todos aquellos Sistemas Auxiliares de detección que garanticen, mejoren y complementen las condiciones de seguridad y de confort requeridos.

Con estos sistemas se pretende adaptar en todo momento la circulación a las condiciones de entorno existentes, proteger el trazado ante las agresiones externas que otros agentes pueden producir y corregir aquellas tendencias que se observen en la evolución de los parámetros representativos de la infraestructura que afecten a la calidad del servicio mediante un mantenimiento preventivo dinámico.

En la figura siguiente se observa la arquitectura de comunicaciones entre los detectores, los concentradores de datos instalados en los Enclavamientos Electrónicos y las conexiones de estos con los Puestos Regionales de Operación (PRO) y el Centro Regional de Operación (CRC).

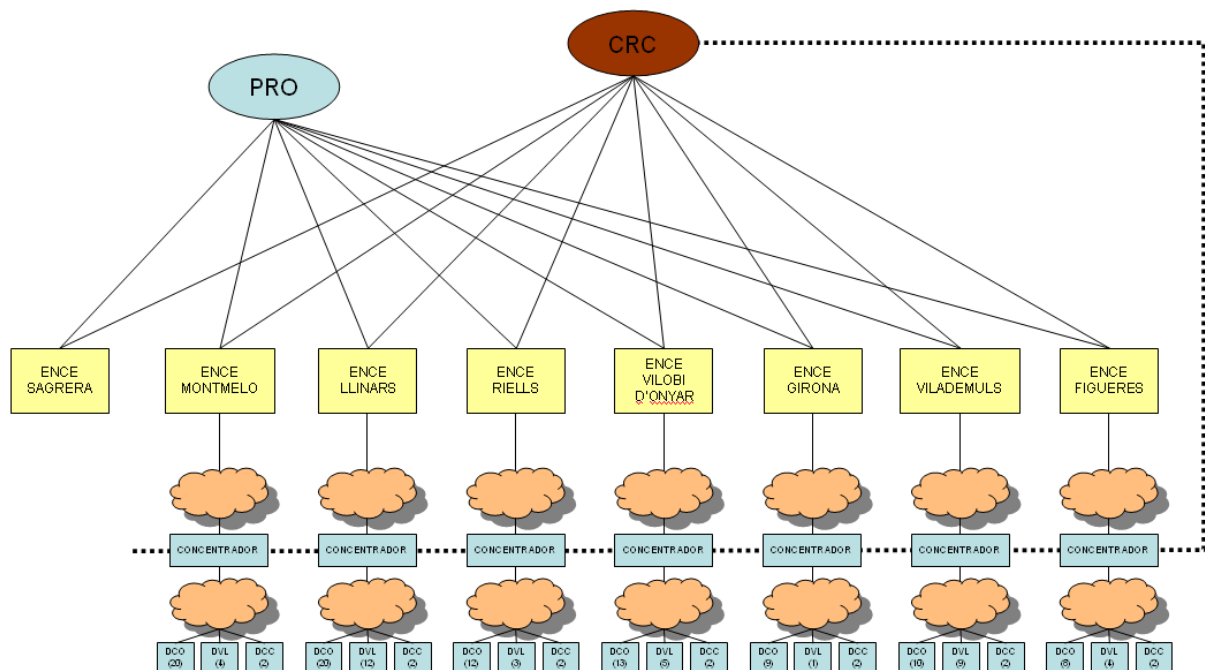


Figura 13. – Arquitectura del sistema de detectores auxiliares

Los detectores están unidos a una red propia. Dicha red queda unida a dos concentradores, uno de ellos es el Concentrador de Enclavamiento, CDE, que envía la información directamente a CRC y al PRO. El otro concentrador reporta la información sobre los detectores a la red de señalización.



2.4.1. Detector de Cajas Calientes (DCC)

El sistema previsto de detección de cajas calientes, destinado a detectar la temperatura de todos los ejes de los vehículos, es el denominado sistema Pegasus suministrado por STI-Global.

Este sistema cuenta con la Homologación de CETREN según refleja el Certificado de Conformidad nº 015/2007 al haber superado satisfactoriamente los ensayos y verificaciones determinados en los apartados 1, 2, 3 y 4 del anexo A apéndice 2 de la Especificación Técnica de Interoperabilidad de Control, Mando y Señalización del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad de 7 de Noviembre de 2006 (2006/860/CE).

Cumple también con todos los requisitos indicados en el Proyecto Constructivo de las Instalaciones de Señalización, Telecomunicaciones Fijas y Elementos Asociados para el tramo Barcelona-Figueras de la línea de Alta Velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa.



Figura 14. – Detector de Cajas Calientes Pegasus

El sistema **PEGASUS** está en condiciones de registrar todos los modelos de vehículos en circulación y los diferentes tipos de cajas de grasa y sistemas de frenos asociados, a velocidades de tren de hasta 500 km/h y detectar fiablemente estados peligrosos. La estructura modular con el diagnóstico de estado integrado, permite un mantenimiento del sistema rápido, económico y preventivo y, además, entrega un diagnóstico del estado completo, que en este sistema de medición es único. Gracias a su diagnóstico preventivo del estado se logra una elevada disponibilidad del sistema.



La componente esencial del sistema es un sistema infrarrojo para la exploración múltiple lineal del chasis vehicular. En el escáner de Detector de Cajas Calientes se registra la temperatura de la caja de grasa del vehículo en un alcance de 4-12 cm, esto es un ancho exploratorio de 6-14 cm (según la ejecución). El escáner Detector de Frenos Agarrotados está en condiciones de registrar al mismo tiempo un freno de zapatas y un freno de disco.

El sistema Pegasus presenta entre otras las siguientes características:

- ▶ La amplitud de medición de DFA es de 80-650º.
- ▶ La amplitud de medición de DCC es de 0-150º.
- ▶ La precisión de repeticiones de DCC es de $\leq 3^\circ$ con una temperatura ambiental hasta 30º.
- ▶ Con una temperatura entre 30 y 150º la precisión de repeticiones de DCC es $\leq 2^\circ$

Los Detectores de Frenos Agarrotados, DFA, se encuentran en una caseta para evitar una configuración e instalación complicada en la vía. Los sensores de detección de cajas calientes (DCC) se encuentran también en una caseta no siendo necesario por lo tanto el ajuste en vía.

El soporte sobre vía del equipo está diseñado como traviesa hueca. La traviesa hueca es de acero y se incorpora a la línea como una traviesa regular. Esta traviesa hueca sirve como portamódulos de los módulos de escaneado, que solamente deben ser insertados y atornillados en las aberturas de la traviesa hueca. Debido a que los módulos de escaneado están completamente preajustados no es necesario ajuste alguno después de la instalación en la traviesa.

El sistema Pegasus puede entregar de 1 a 10 haces de infrarrojos. El estándar del sistema es de 8 haces.

El sistema Pegasus ofrece un sistema de vigilancia de vibración del escáner para avisar a la centralita de un pico de la carga. Mediante la vigilancia de las vibraciones del escáner por medio de sensores de aceleración especiales se previene o casi impide un envejecimiento prematuro del sensor y los costes de mantenimiento se reducen considerablemente. La aceleración nominal es inferior a 10G. De esta forma se evita el envejecimiento “lento” del sensor que, en instalaciones viejas, fue la causa de aparición de fallos esporádicos y la avería prematura de aquellas. De esta forma se evitan anticipadamente los elevados costes de servicios de reparación. Por lo tanto la vigilancia de las vibraciones es un sistema de diagnóstico temprano del control de costes del servicio.



Otros controles de estado son el elemento de normalización, la vigilancia de la referencia “Captación Mirador” y el diagnóstico del estado de la tapa (tiempo de apertura).

Las funciones anteriormente descritas permiten predecir a tiempo los posibles fallos del sistema.

2.4.2. Detector de Viento Lateral (DVL)

Siguiendo las especificaciones del proyecto se instalará un Sistema de Protección contra el Viento Lateral, un factor que ha ido cobrando importancia a medida que los trenes han incrementado su velocidad y se ha reducido el peso del material rodante ya que es importante considerar la velocidad del viento, pues ésta influye negativamente en el control del tren lo que puede dar lugar a la reducción de la velocidad del mismo.

Se ha proyectado instalar un sistema desarrollado por ELIOP que permite modificar la velocidad del convoy en función de las previsiones meteorológicas con diez minutos de antelación para garantizar una conducción segura.



Figura 15. – Detector de Viento Lateral

Los detectores se ubicarán estratégicamente para detectar vientos racheados en la dirección lateral del tren, en puntos clasificados como críticos para este fenómeno, como son las entradas y salidas de los túneles y las entradas y salidas de los viaductos, lugares donde el efecto de los vientos cruzados racheados puede tener un efecto desestabilizador más importante en el comportamiento de la marcha del tren.



Para determinar la ubicación definitiva de las estaciones meteorológicas se llevará a cabo un estudio de las condiciones de viento a lo largo del trazado completo del tramo Barcelona-Figueras de la línea de Alta Velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa.

2.4.3. Detector de caída de objetos (DCO)

Los detectores de caída de objetos a vía (DCO) están sujetos al cumplimiento del Acuerdo Marco aprobado en diciembre de 2006, por un período de 4 años, sobre el desarrollo e implantación de sistemas de detección de caída de objetos a la vía. No se incluyen en el presente proyecto, si bien se han considerado en todos los aspectos relacionados (energía, espacios en locales, medios de transmisión, concentradores, etc.)

2.5. Sistema de telemandos. CRC-CTC-PRO.

Para el control centralizado de las líneas de alta velocidad se utiliza un conjunto de sistemas englobados dentro del Centro de Regulación y Control (CRC). Estos sistemas se comunican entre sí siguiendo los estándares definidos para la plataforma daVinci.

Dentro de los sistemas englobados dentro del CRC se encuentran los siguientes:

CTC-PRO: Control de Tráfico Centralizado y Puesto Regional de Operación también denominado CTC LAV, es un sistema de control de tráfico centralizado con un nivel de integridad de seguridad SIL 2, desarrollado específicamente para las líneas de alta velocidad.

PCE: Puesto de Control de ERTMS similar al existente ya en la línea. La descripción técnica y funcionalidad del mismo será igual a la ya existente y deberá ser proporcionada por la mencionada empresa.

EBI-SAM Central: Sistema de Ayuda al Mantenimiento Central, que permite el acceso a la información de diagnóstico y mantenimiento de los sistemas proyectados.

Por otra parte se describen en este capítulo aquellos sistemas que no estando dentro del CRC permiten la conexión entre los equipos de señalización y ERTMS con los sistemas de control centralizado CTC, PRO y PCE, los denominados Puestos de Control de Interfaces (PCI).

EBIPCI-IL: Puesto de Control de Interfaces del Enclavamiento y Nivel 1 ERTMS, es un sistema de control de interfaces que permite gestionar el flujo de información entre los sistemas del enclavamiento y los



Puestos de Locales de Operación y Centrales (CTC/PRO). Este sistema tiene un nivel de integridad SIL 2 en aquellos casos en el que el tipo de información afecta a la seguridad de las personas y/o sistemas.

EBIPCI-L2: Puesto de Control de Interfaces del Enclavamiento y Nivel 2 ERTMS, es un sistema de control de interfaces que permite gestionar el flujo de información entre los sistemas RBC y los Puestos de Operación Locales y Centrales de Nivel 2 (PCE). Este sistema tiene un nivel de integridad SIL 2 en aquellos casos en el que el tipo de información afecta a la seguridad de las personas y/o sistemas.

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento Correctivo de las Instalaciones de Señalización
y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad
Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Jose Luis González Álvarez



Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento de las Instalaciones de Señalización y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras,
de La línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Capítulo 3. Organización Geográfica del Mantenimiento



3.1. Ámbito de Mantenimiento

El alcance del proyecto comprende el mantenimiento correctivo de las Instalaciones descritas de Señalización y elementos asociados para el tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa. Los citados sistemas están dispuestos a lo largo de toda la traza en los Centros de Mantenimiento.

El Pliego de Condiciones Técnicas Particulares para el Mantenimiento del tramo objeto de estudio prevé una distribución del personal y Centros de Mantenimiento para responder en los tiempos que establece.

Sin embargo, atendiendo a las distancias entre Centros de Mantenimiento y tiempos máximos de respuesta ante una avería el presente proyecto incluye una propuesta de mejora para optimizar el tiempo y los recursos ante una avería.

3.1.1. Propuesta según especificaciones

Según el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares para el Mantenimiento de las Instalaciones de Señalización y elementos asociados para el tramo objeto de estudio se propone la siguiente estructura de Centros de Mantenimiento.

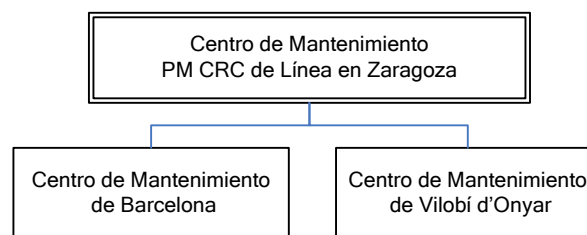


Figura 16. – Estructura de centros de mantenimiento según propuesta en las especificaciones

Según las especificaciones originales cuando se cita el Centro de Mantenimiento PM CRC de Línea se entiende que está situado en Zaragoza y el Centro de Mantenimiento de Barcelona comprendemos que son ampliaciones de los ya existentes en dichas ubicaciones y el situado en Vilobí d'Onyar es de nueva creación.



Las distancias y tiempos de desplazamiento máximos propuestos en las especificaciones entre los diferentes Centros de Mantenimiento, suponiendo una velocidad media de 40 Km/h, se muestran en el siguiente diagrama:

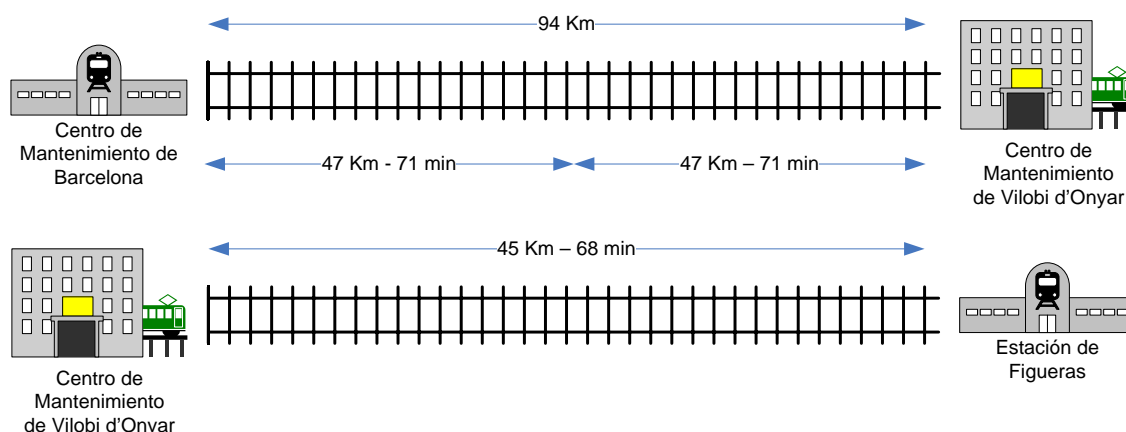


Figura 17. – Distribución centros de mantenimiento según propuesta en las especificaciones

Se observa que el desplazamiento medio mínimo es de 71 minutos lo que entra dentro de los márgenes tolerables para dar un buen servicio aunque se aproxima demasiado al límite de 90min detallado en el pliego de condiciones.

Respecto al número y distribución de personal destinado al mantenimiento, se requieren las personas que se detallan a continuación y cuya distribución se muestra en la figura 18.

Centro de Mantenimiento PM CRC de Línea: 21 personas.

- ▶ Un (1) Jefe de Mantenimiento.
- ▶ Un (1) Jefe de Administración, Calidad, Logística y Medioambiente.
- ▶ Un (1) Jefe de Operaciones de Comunicaciones y Sistemas Asociados.
- ▶ Un (1) Jefe de Operaciones de Señalización y Sistemas Asociados y Distribución de Energía.
- ▶ Tres (3) Técnicos Especialistas:
 - Un (1) Técnico Especialista de Seguridad y Salud.



- Un (1) Técnico Especialista de Calidad y Formación.
- Un (1) Técnico de Administración y Logística.
- ▶ Un (1) Coordinador de Mantenimiento de Telecomunicaciones.
- ▶ Un (1) Ingeniero Superior de Señalización/Protección de Tren/CTC.
- ▶ Seis (6) Ingenieros Técnicos de Señalización/Protección de Tren/CTC.
- ▶ Seis (6) Oficiales de Señalización/Protección de Tren/CTC.

Centro de Mantenimiento de Viloví d'Onyar: 39 personas.

- ▶ Un (1) Ingeniero Técnico de Comunicaciones Fijas.
- ▶ Seis (6) Oficiales de de Comunicaciones Fijas.
- ▶ Cuatro (4) Ingenieros Técnicos de Señalización/Protección de Tren/CTC.
- ▶ Ocho (8) Oficiales de Señalización/Protección de Tren/CTC.
- ▶ Dos (2) Ingenieros Técnicos de Edificios Técnicos y Canaletas.
- ▶ Cuatro (4) Oficiales de Edificios Técnicos y Canaletas.
- ▶ Dos (2) Ingenieros Técnicos de Detectores.
- ▶ Cuatro (4) Oficiales de Detectores.
- ▶ Dos (2) Ingeniero Técnico de Distribución de Energía.
- ▶ Seis (6) Oficiales de Distribución de Energía.

Centros de Mantenimiento de Barcelona: 19 personas.

- ▶ Un (1) Ingeniero Técnico de Comunicaciones Fijas.
- ▶ Seis (6) Oficiales de Comunicaciones Fijas.



- ▶ Cuatro (4) Ingenieros Técnicos de Señalización/Protección de Tren/CTC.
- ▶ Ocho (8) Oficiales de Señalización/Protección de Tren/CTC.

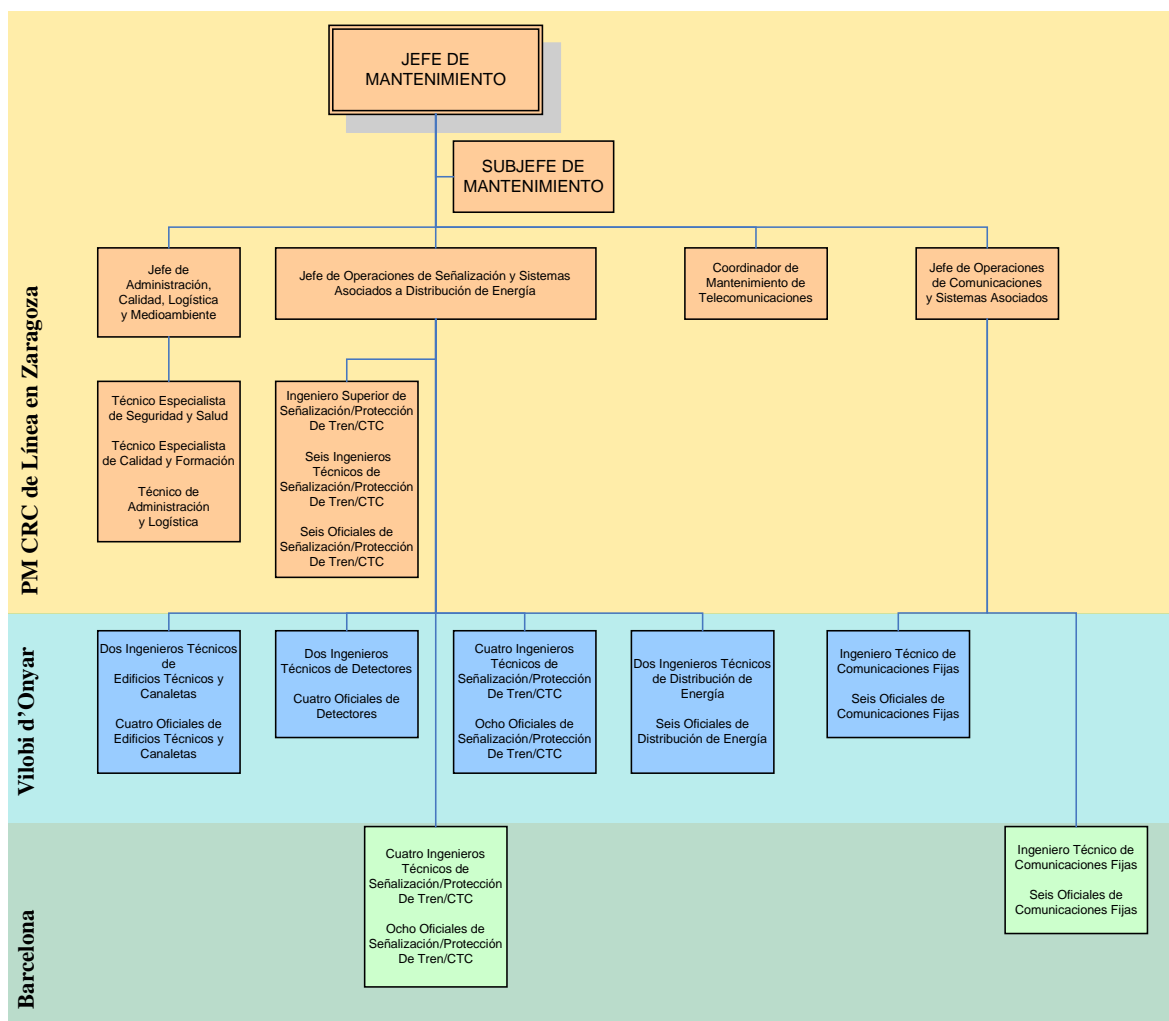


Figura 18. – Organigrama según propuesta en las especificaciones

En el mapa de la figura 19 se resalta con marco negro la ubicación de los Centros de Mantenimiento según el proyecto original. A la vista de los datos geográficos y de las distancias anteriormente citadas puede comprobarse que aunque teóricamente se cumplen los requisitos de tiempo de acceso a una avería sería recomendable optimizar el tiempo de acceso a las mismas instalando un Centro de Mantenimiento en un punto entre Barcelona y Vilobí d'Onyar.



Figura 19. – Mapa centros de mantenimiento según propuesta en las especificaciones

3.1.2. Propuesta alternativa proyectada

Con el objetivo de mejorar los requisitos de mencionados en el apartado 4.1.1 se propone un método de optimización de los recursos humanos y del tiempo invertido en el mantenimiento correctivo.

Se trataría esencialmente de crear un Centro de Mantenimiento en Riells dotado de un equipo técnico.

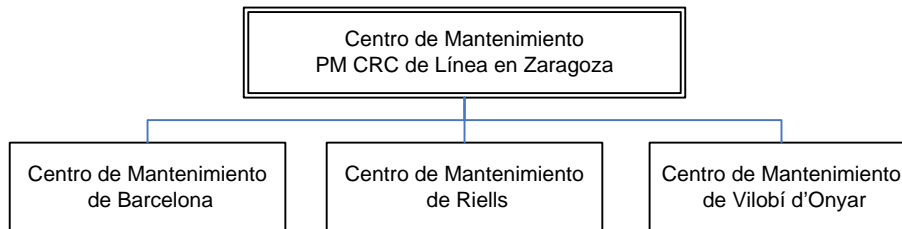


Figura 20. – Estructura de centros de mantenimiento según propuesta alternativa

Con esta reestructuración de los medios humanos se consigue mejorar el tiempo de intervención ante averías, lo que implica una mejora de la calidad en el servicio.

Proponemos Riells porque en este apartadero ya hay previstas una serie de infraestructuras de telecomunicaciones de modo que instalar el Centro de Mantenimiento conlleva mayor facilidad que en cualquier otro punto del tramo Barcelona – Vilobí d'Onyar.

Las distancias y tiempos de desplazamiento entre los diferentes Centros de Mantenimiento suponiendo una velocidad media de 40 Km/h se muestran en el siguiente diagrama.

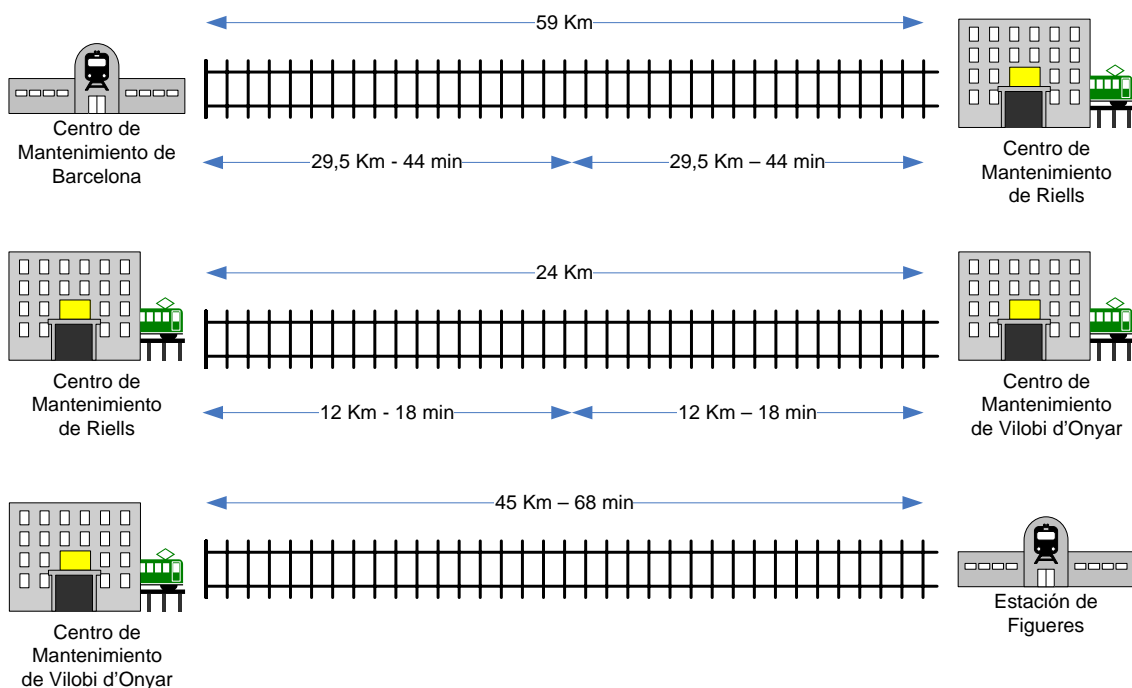


Figura 21. – Distribución centros de mantenimiento según propuesta en las especificaciones



Respecto al número y distribución de personal destinado al mantenimiento, se requieren las personas que se detallan a continuación y cuya distribución se muestra en la figura 22.

Centro de Mantenimiento de Barcelona: diez y nueve (19) personas.

En el Centro de Mantenimiento de Barcelona se dispone del Centro de Operaciones desde donde se supervisarán todas las actuaciones en las Instalaciones. Con los Jefes de Operaciones en Barcelona, se pretende optimizar todas las tareas de mantenimiento sin que sea necesario un desplazamiento periódico innecesario. Por otro lado, desde allí se puede brindar el apoyo técnico necesario gracias a los Ingenieros Especialistas y de Señalización/Comunicaciones Fijas. Todo esto contando con la supervisión continua del Jefe/Subjefe de Mantenimiento en Zaragoza.

Centro de Mantenimiento de Barcelona: 22 personas

- ▶ Un (1) Jefe de Operaciones de Comunicaciones y Sistemas Asociados.
- ▶ Un (1) Jefe de Operaciones de Señalización y Sistemas Asociados y Distribución de Energía.
- ▶ Tres (3) Técnicos Especialistas:
 - Un (1) Técnico Especialista de Seguridad y Salud.
 - Un (1) Técnico Especialista de Calidad y Formación.
 - Un (1) Técnico de Administración y Logística.
- ▶ Dos (2) Ingeniero Superior de Señalización/Protección de Tren.
- ▶ Seis (6) Ingenieros Técnicos de Señalización/Protección de Tren.
- ▶ Seis (6) Oficiales de Señalización/Protección de Tren.

Centro de Mantenimiento de Riells: 19 personas.

- ▶ Un (1) Ingeniero Técnico de Comunicaciones Fijas.
- ▶ Seis (6) Oficiales de de Comunicaciones Fijas.
- ▶ Cuatro (4) Ingenieros Técnicos de Señalización/Protección de Tren.
- ▶ Ocho (8) Oficiales de Señalización/Protección de Tren.



Centro de Mantenimiento de Vilobí d'Onyar / Girona: 39 personas.

- ▶ Un (1) Ingeniero Técnico de Comunicaciones Fijas.
- ▶ Seis (6) Oficiales de de Comunicaciones Fijas.
- ▶ Cuatro (4) Ingenieros Técnicos de Señalización/Protección de Tren.
- ▶ Ocho (8) Oficiales de Señalización/Protección de Tren.
- ▶ Dos (2) Aparejadores de Edificios Técnicos y Canaletas.
- ▶ Cuatro (4) Oficiales de Edificios Técnicos y Canaletas.
- ▶ Dos (2) Ingenieros Técnicos de Detectores.
- ▶ Cuatro (4) Oficiales de Detectores.
- ▶ Dos (2) Ingeniero Técnico de Distribución de Energía.
- ▶ Seis (6) Oficiales de Distribución de Energía.

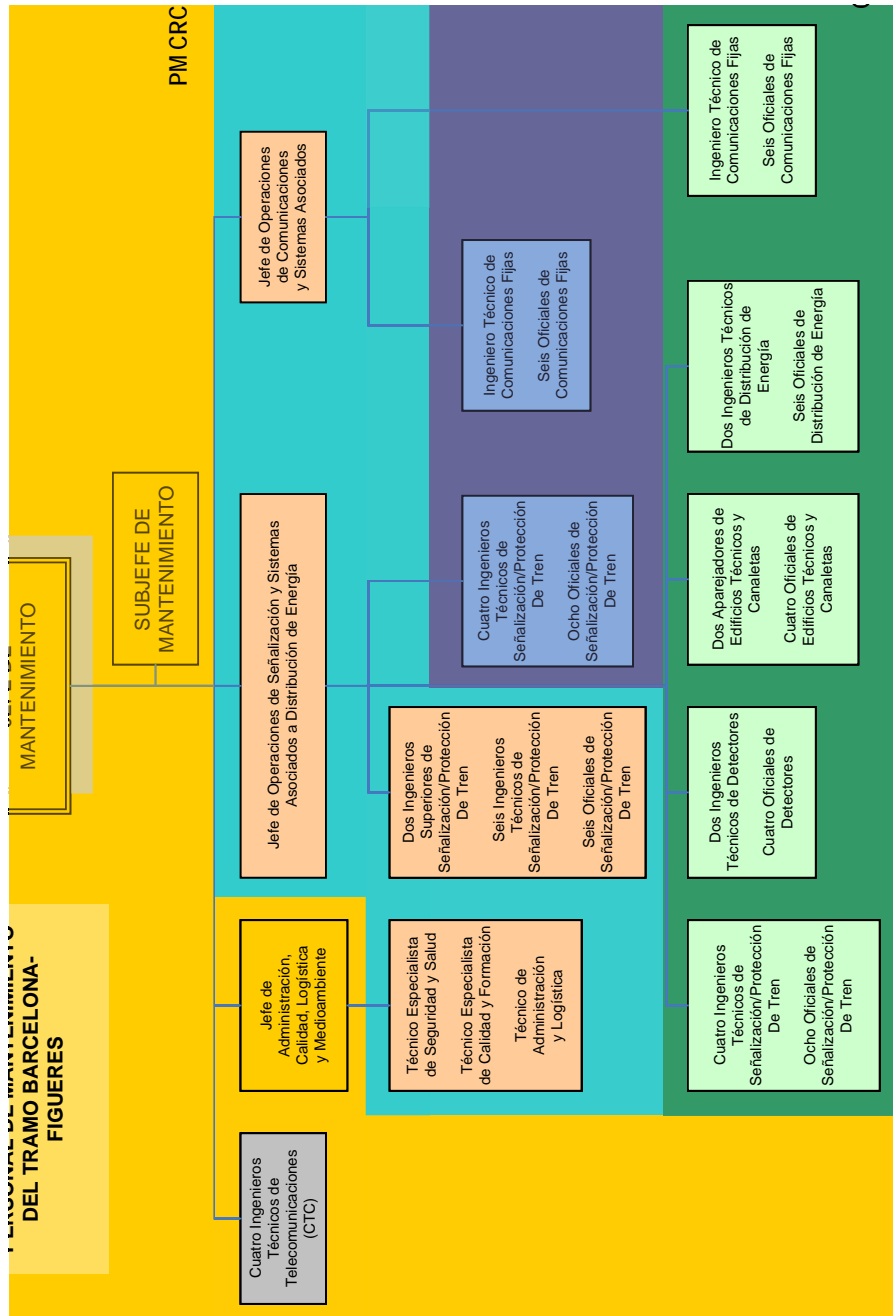


Figura 22. – Organigrama según propuesta alternativa



En el mapa que se muestra a continuación se puede ver resaltado con marco negro la ubicación de los Centros de mando propuestos según esta mejora. A la vista de los datos geográficos y de las distancias anteriormente citadas se puede comprobar una mejor disposición de éstos para conseguir una mejor cobertura de mantenimiento.

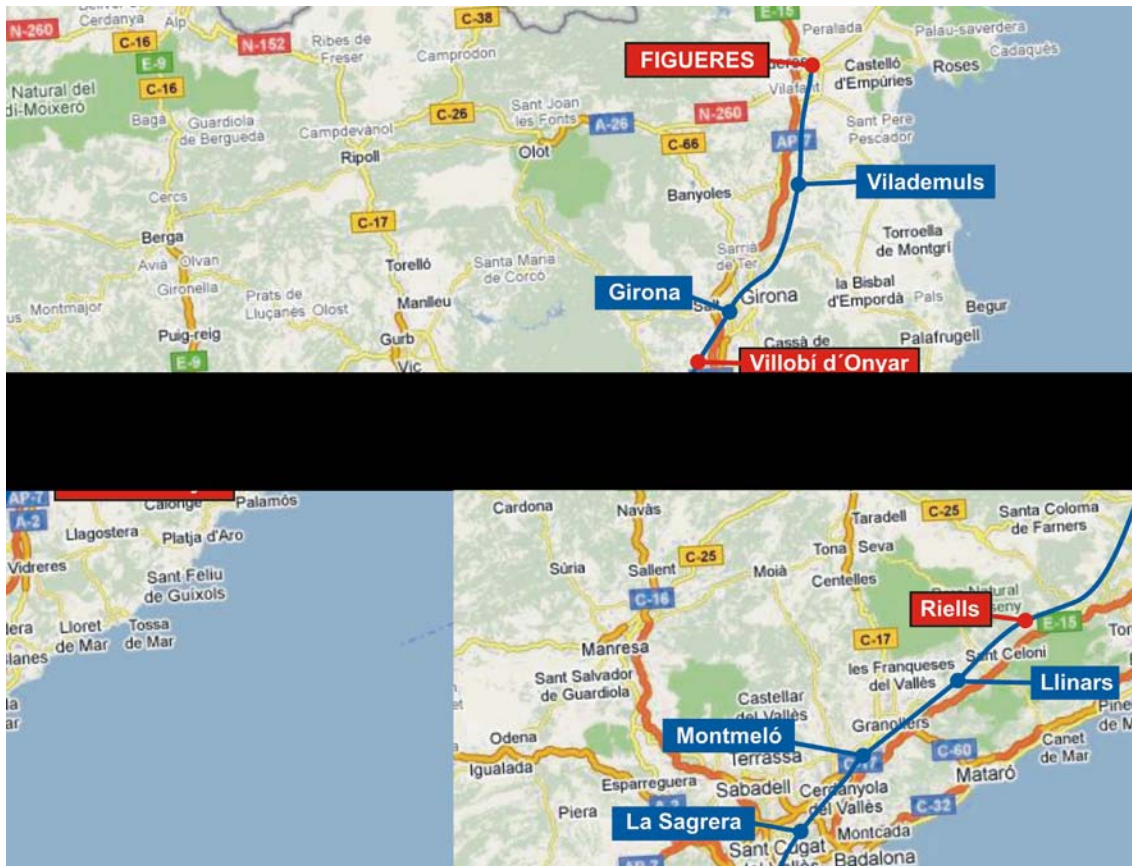


Figura 23. – Mapa centros de mantenimiento según propuesta alternativa



3.1.3. Propuesta alternativa optimizada

Tomando como base la alternativa anterior se podría optimizar al máximo el tiempo de intervención si se traslada el Centro de mando de Vilobí d'Onyar a Gerona con lo que las distancias quedan más equilibradas tal y como se muestran en el diagrama adjunto.

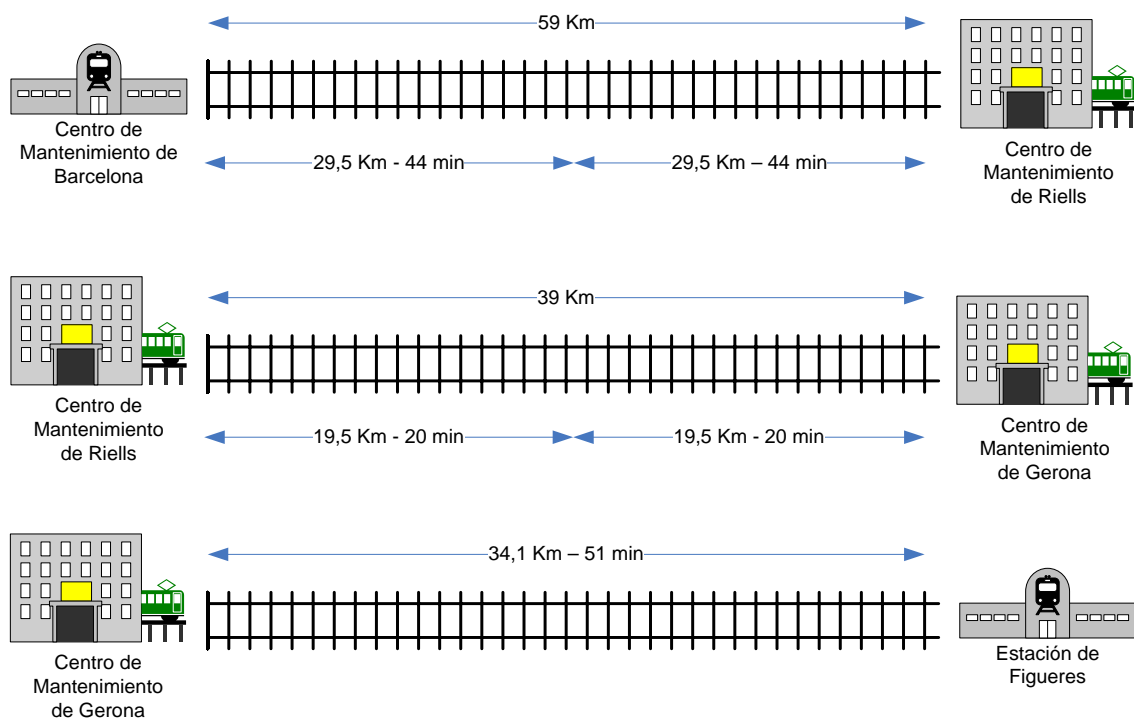


Figura 24. – Distribución centros de mantenimiento según propuesta alternativa optimizada

Comprobamos que las distancias quedan mejor equilibradas dado que la distancia Riells - Gerona es de 39Km y la de Gerona - Figueras es de 34,1Km por lo que los tiempos de intervención se reducirían al mínimo posible dada la geografía del tramo objeto de licitación.

El caso más desfavorable sería el desplazamiento, desde el CM más próximo a Figueras hasta la estación situada en dicha ubicación, el tiempo se reduce en 17 minutos lo que significa una reducción del 18,9% con respecto al caso más desfavorable propuesto por ADIF.

En este caso, el organigrama coincidiría con el de la opción anterior, cambiando de ubicación al personal desde Vilobí d'Onyar a Gerona.



En el mapa que se muestra a continuación se puede ver resaltado con marco negro la ubicación de los Centros de mando según esta optimización. A la vista de los datos geográficos y de las distancias anteriormente citadas se puede comprobar una mejor disposición de éstos para conseguir una mejor cobertura de mantenimiento.

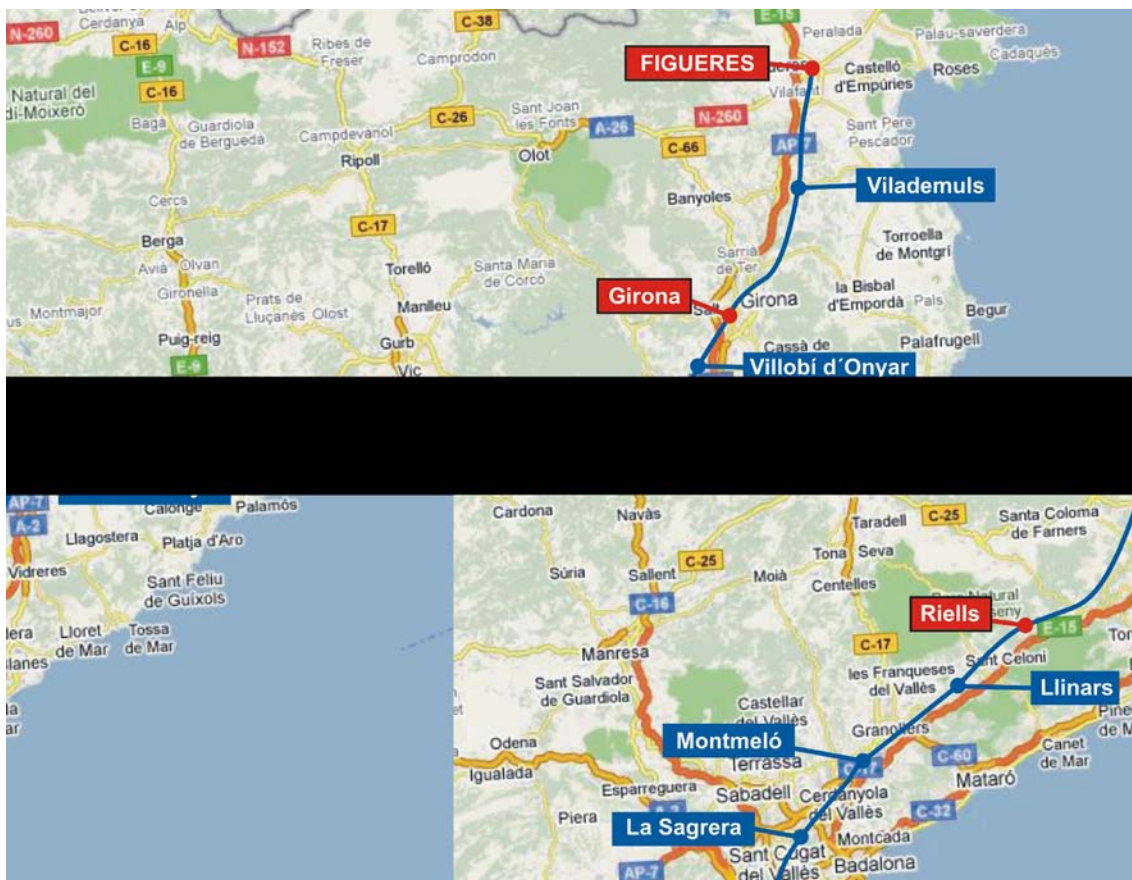


Figura 25. – Mapa centros de mantenimiento según alternativa optimizada

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento Correctivo de las Instalaciones de Señalización
y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad
Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Jose Luis González Álvarez



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento Correctivo de las Instalaciones de Señalización
y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad
Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Jose Luis González Álvarez



Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento de las Instalaciones de Señalización y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras,
de La línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Capítulo 4. Mantenimiento Correctivo



4.1. Introducción

El mantenimiento correctivo es aquel que debe efectuarse después de ser detectada una avería y tiene la finalidad de restaurar una unidad al estado en que pueda realizar la función requerida.

Esta circunstancia se produce cuando son detectadas anomalías en el normal funcionamiento de los equipos o se detectan fallos que provocan o pueden provocar alguna deficiencia en el funcionamiento de los mismos. Este mantenimiento correctivo genera información, que con el paso del tiempo permitirá a los responsables de mantenimiento acumular mayor experiencia para planificar un mantenimiento predictivo cíclico mejorado para cada uno de los equipos.

Para llevar estos trabajos en el tiempo mínimo se dispone de repuestos inventariados en función de los requerimientos de la instalación ferroviaria y de la experiencia obtenida durante la ejecución de los diferentes tipos de mantenimiento, tales como preventivo, preventivo cíclico y preventivo según estado, desde la puesta en funcionamiento de la línea.

4.1.1. Intervención paliativa

Es aquella que se realiza con carácter urgente y que sirve para devolver la línea a un estado que permita su correcta explotación a la espera de una intervención resolutive.

4.1.2. Intervención resolutive

Es aquella que permite subsanar cualquier fallo en la explotación de la línea de modo definitivo partiendo del fallo o bien de una intervención paliativa previa.

4.2. Instalaciones a mantener

Son objeto de mantenimiento correctivo todos los elementos de las instalaciones destinadas a Señalización, Telecomunicaciones Fijas y elementos asociados. Éstas engloban los siguientes elementos:

- **PLO - Puesto Local de Operación.** En este emplazamiento se alberga el Sistema de Ayuda al Mantenimiento, SAM. Para ello es necesario un PC, monitores e impresora, así como acceso a



la red de comunicaciones. Desde este puesto se lanza la información al Centro de Mantenimiento para informar sobre el estado de los elementos que controla. En caso de avería, lanza una alarma para que el Centro de Mantenimiento más próximo evalúe la importancia de la misma y tome las decisiones necesarias enfocadas a la resolución de la misma en el mínimo tiempo.

- ▶ **ENCE's - Enclavamientos Electrónicos**, incluidos sistemas de protección de tren ERTMS niveles 1 y 2. Para éstos se usará la herramienta FEU (Field Engineering Unit – Unidad de Ingeniería de Campo) que permite la diagnosis de los lazos de comunicación, estado de las IPU's, etc. del Enclavamiento Electrónico *EBILock* 950.
- ▶ **CV's - Circuitos de Vía**. Los elementos de campo que indican a los diferentes ENCE's la posición de los trenes, funcionan bajo distintos niveles de configuración. Las condiciones meteorológicas son las principales causas de un mal funcionamiento, por lo que es importante dar un soporte técnico en materia de corrección en caso de que las cajas de sintonía fallen.
- ▶ **Accionamientos y sensores de rueda**. El sistema cuenta-ejes para los desvíos es de vital importancia en las estaciones y apartaderos en los que no hay circuitos de vía. Permiten el accionamiento de agujas para desviar rutas con mayor seguridad por esto es de vital importancia una rápida reparación en caso de avería.
- ▶ **Señalización luminosa**. Comprende el conjunto de señales luminosas, tanto verticales, "semáforos", como alfanuméricas. La señalización visual es la principal fuente de información que tiene el conductor en caso de mal funcionamiento del sistema de protección de trenes, es la única forma de realizar una regulación segura de los mismos.
- ▶ **Sistemas ERTMS de campo (Balizas y Antenas)**. Al igual que la comunicación conductor-vía, la comunicación entre el tren-vía también es de máxima importancia. Mediante las balizas (para ERTMS 1) y las antenas GSM-R (para ERTMS 2), el tren y la vía se reconocen, permitiendo que los movimientos sean seguros. Por esto en caso de fallo es vital subsanar y restablecer la normal circulación con prontitud cualquier anomalía que se detecte.
- ▶ **Elementos de conexión y distribución de cableado de las instalaciones de todos los sistemas**. Como medida de interconexión entre elementos, los buses de información permiten crear una red de datos que transportan gran cantidad de información en tiempo real. El mal funcionamiento de una de estas redes, podría incurrir en un estado muy serio de seguridad en la instalación, sobre todo por la creación de "zonas muertas" (zonas donde no se sabe lo que está pasando).



- ▶ **DCC's - Detectores de Cajas Calientes:** En caso de fallo pueden provocar la pérdida de capacidad de freno de los vehículos por lo que en caso de fallo serán los sistemas del tren los que detecten el sobrecalentamiento de los ejes lo que permitirá al equipo atender la avería y reparar el equipo de vía que la presenta.
- ▶ **DVL's - Detectores de Viento Lateral.**
- ▶ **DCO's - Detectores de Caída de Objetos:** Son de vital importancia, ya que cuando el trazado de una carretera transcurre por encima de una Línea de Alta Velocidad, detectan la caída a ésta de cualquier objeto suficientemente grande como para provocar un accidente.

4.3. Gestión del mantenimiento

Para gestionar las tareas de mantenimiento, es necesario utilizar un software creado para tal efecto que permita una mayor celeridad en los trabajos. Dicho programa debe ser capaz de gestionar los siguientes puntos:

- ▶ Gestión del mantenimiento preventivo, para prevenir las incidencias y reducir la necesidad de mantenimiento correctivo será objeto de estudio y valoración pormenorizada aparte del presente proyecto.
 - Creación de equipos de asistencia.
 - Envío on-line de las órdenes de trabajo.
 - Tiempos de respuesta.
 - Generación de estadísticas.
 - Generación de Hojas de Control - "Partes de diarios de trabajo".
 - Control de gastos.
- ▶ Gestión del mantenimiento correctivo, para optimizar la asistencia en caso de avería.
 - Control de avisos y notificaciones de las averías.



- Información pormenorizada de las averías.
- Generación de Hojas de Control – “Partes de avería”.
- Asignación de prioridades automática y manualmente.
- Generación de estadísticas.
- ▶ Gestión de Stock, para hacer rápido acopio de los suministros necesarios para atender una avería.
 - Ubicación de repuestos por nº de serie.
 - Seguimiento de piezas dañadas por nº de serie.
 - Generación de listas de pedido y destino.
- ▶ Gestión de peticiones.
 - Descomposición de peticiones en órdenes de trabajo individuales
 - Altas/Bajas de servicios.
 - Modificación/Transferencia de servicios.
- ▶ Capacidad de recuperación de órdenes de trabajo anteriores
- ▶ Control de plazos de ejecución y las desviaciones en los mismos.
- ▶ Generación de informes a partir de las estadísticas para evaluar la calidad del servicio y sus desviaciones.
- ▶ Gestión de recursos para corrección de las desviaciones.
- ▶ Control de penalizaciones.



Con la información generada por esta herramienta, se mejoran las condiciones de la instalación, así como se controlan las diferentes desviaciones que puedan darse respecto de la concepción inicial del proyecto.

4.4. Parámetros de control del Mantenimiento Correctivo

En este apartado se presentan los datos referentes a la mantenibilidad de los equipos y sistemas objeto de esta instalación. Se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- ▶ **MDT (Mean Down Time)** - Tiempo Medio de Caída de un sistema: desde el fallo hasta que está en servicio de nuevo.
- ▶ **MTTA (Mean Time to Arrive)** - Tiempo Medio de Respuesta: Tiempo de desplazamiento hasta el lugar de la avería. Depende de los condicionantes logísticos del mantenimiento. En el contexto presente contiene las pérdidas logísticas.
- ▶ **MTTR (Mean Time To Repair)** - Tiempo Medio de Reparación de un equipo: Cuenta desde llegar al sitio del fallo y hasta que el equipo se encuentra de nuevo operativo.
- ▶ **Número de Personal:** cantidad de personal de servicio requerido para la reparación.

$$\text{MDT} = \text{MTTR} + \text{MTTA}$$

Esta definición del Tiempo Medio de Caída optimiza la respuesta ante una Avería ya que, debido a la experiencia acumulada, se va reduciendo ajustando cualquiera de los dos parámetros.

Tabla 2.- Definición del Tiempo Medio de Caída

En la siguiente tabla se muestran los datos resultantes del estudio de los recursos temporales y personales necesarios en caso de tener que efectuar una reparación de un componente que ha sufrido una avería. Los campos de la tabla contienen la siguiente información:



Equipo	MTTA [h]	MTTR [h]		Número de personal
Circuitos de vía				
Circuito de vía 1 TI21-M Sencillo	0,75	1,5		1
Circuito de vía 1 TI21-M de 2 receptores	0,75	1,5		1
Circuito de vía 1 TI21-I Sencillo	0,75	1,5		1
Circuito de vía 1 TI21-I de 2 receptores	0,75	1,5		1
Enclavamiento Electrónico / Puesto Local de Operación				
Ventilador Bastidor OC	0,75	0,5		1
SRC	0,75	0,5		1
CCM para LMP	0,75	0,5		1
CCM para SRC, OCT	0,75	0,5		1
LMP	0,75	0,5		1
Subrack OCS	0,75	0,5		1
OCT	0,75	0,5		1
COM	0,75	0,5		1
Tarjeta BDB	0,75	0,5		1
Tarjeta CCM	0,75	0,5		1
Módulo RA6	0,75	0,5		1
EBILock IPU 950	0,75	0,5		
Centralizador de LEU's	0,75	0,5		
PSU 4	0,75	0,5		1
PSU 7	0,75	0,5		1

Tabla 3.- Tiempos de Mantenimiento Correctivo

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento Correctivo de las Instalaciones de Señalización
y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad
Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Jose Luis González Álvarez



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento Correctivo de las Instalaciones de Señalización
y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad
Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Jose Luis González Álvarez



Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento de las Instalaciones de Señalización y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras,
de La línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Capítulo 5. Atención de Averías



5.1. Introducción

Será considerada avería cualquier actuación necesaria fuera del mantenimiento preventivo, por el personal de mantenimiento sobre las Instalaciones de Señalización, Telecomunicaciones Fijas y elementos asociados para el tramo Barcelona – Figueras, de la línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa que estén originadas por causas propias o ajenas al adjudicatario, con o sin intervención directa del personal de explotación.

5.2. Comunicación de las averías.

La actuación en una avería del personal de mantenimiento tendrá su origen en las informaciones que le sean comunicadas por los responsables de explotación, otros grupos de mantenimiento o de inspecciones periódicas del personal de mantenimiento.

El tiempo de respuesta del personal de mantenimiento estará íntimamente ligado al perjuicio que la avería pueda ocasionar sobre las condiciones normales de explotación de la línea, ya que la gravedad de la misma puede exigir una actuación inmediata. En caso contrario, el personal de mantenimiento responsable coordinará la actuación del personal de la forma más adecuada para conseguir la mayor eficiencia en la resolución de la misma y dar la respuesta más completa posible.

El personal de mantenimiento, que en el momento de producirse la avería, se encuentre como responsable de las instalaciones afectadas, deberá controlar el resultado de la actuación y realizar un minucioso “Parte de avería”, en el que se consignarán los datos que se muestran en el Capítulo 5.2.5 del presente proyecto.

El informe realizado será remitido a la atención de los responsables de mantenimiento del operador dentro de las 24h posteriores a la detección y resolución de la avería.

5.2.1. Detección de la avería.

La detección de la avería procede básicamente de dos instituciones:

- a. Los responsables de explotación del tramo Barcelona-Figueras de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Figueras – Frontera Francesa, ubicados bien en el Puesto de Mando o, en su defecto, en los Puestos de Mando Locales de cada uno de los



tramos, supervisan los parámetros que afectan directamente a la explotación de los sistemas. Las averías detectadas por los responsables de explotación tienen el grado más alto de prioridad.

- b. El personal de mantenimiento de los equipos y sistemas controlará los equipos que afectan directa o indirectamente a la explotación del sistema. La redundancia casi absoluta en todos los equipos permite al personal de mantenimiento detectar averías imperceptibles para el Puesto de Mando o, en su defecto, los Puestos de Mando Locales. Las averías que afectan a uno de los dos sistemas redundantes, aunque no influyen directamente en la explotación, deben tratarse con el más alto grado de prioridad y sin interferir en ningún caso a la circulación.

5.2.2. Localización de averías.

Con el fin de delimitar y localizar las averías de la forma más rápida y efectiva posible, es necesario recibir información clara sobre el estado operativo del equipo, inclusive las indicaciones de alarma y otras observaciones importantes.

Las Instalaciones de Señalización, Telecomunicaciones Fijas y elementos asociados para el tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza –Barcelona –Frontera Francesa tienen el software configurado para la supervisión y control del estado de sus subsistemas de modo que permiten, en un primer paso, delimitar considerablemente la avería. Esta información es supervisada a través de la red de tiempo real mediante los Sistemas de Ayuda al Mantenimiento, SAM's, situados en los Centros de Mantenimiento.

Esta localización a distancia de las posibles averías propiciará que el equipo humano antes de salir camino del lugar donde se ha producido la avería sepa el tipo de herramienta, equipos de medida y repuesto que debe de llevar consigo.

Si no es posible delimitar la localización de la avería desde los Centros de Mantenimiento, con ayuda de los sistemas de supervisión que forman parte de los Sistemas de Señalización, Telecomunicaciones, Telemandos y LAC, el personal de mantenimiento del centro bajo cuya responsabilidad se encuentren los equipos afectados, será el encargado de detectar y localizar la misma in-situ.

En el caso de una avería de tipo grave o acumulación de éstas en más de un sistema por causas externas o internas, el equipo trabajará con el apoyo constante y supervisión del grupo coordinador situado en Barcelona.



De esta forma el equipo de Barcelona utilizando los SAM remotos accederán a la diagnosis de los equipos e irán estudiando en paralelo al equipo situado en campo la solución de la avería para evitar errores en el diagnóstico efectuado por un solo equipo. De la misma forma en el caso de haber varias incidencias en las mismas instalaciones (típicamente generadas por causas externas meteorológicas u otras) se coordinará para que el equipo in-situ solucione unas, mientras el equipo remoto estudia otras y da la solución a distancia.

Por último en el caso de situaciones límite, será el equipo coordinador situado en Barcelona el que avisará al otro centro de mantenimiento (Riells, o Gerona) para que se desplace como refuerzo del primero y ejercerá la coordinación de los mismos para evitar interferencias.

5.2.3. Eliminación de averías.

Una vez detectado el equipo o equipos defectuosos, es labor del personal de mantenimiento del centro de mantenimiento bajo cuya área de influencia se haya producido la misma, restaurar con la mayor brevedad posible el normal funcionamiento del sistema o sistemas afectados, reduciendo al mínimo el MTTR (Mean Time to Repair) en el sistema, y garantizando una vez realizada la reparación las condiciones de seguridad para la normal explotación de los equipos o sistemas reparados.

5.2.3.1. Sustitución de unidades hardware o software.

En el caso de que para la reparación de averías sea necesario llevar a cabo la sustitución de elementos defectuosos, esto será realizado únicamente por ingenieros o técnicos de mantenimiento, responsables y expertos.

Los repuestos necesarios para llevar a cabo la reparación de averías, serán retirados del almacén situado en el Centro de Mantenimiento que corresponda al área de influencia en la que se ha producido la anomalía. En el caso de que el repuesto necesario para la reparación no se encontrase en el citado almacén, los técnicos de mantenimiento se pondrán en contacto con el personal del puesto central de mantenimiento, quien localizará el repuesto, y lo enviará en el menor tiempo posible. Así mismo se lanzará el proceso de registro en el software de mantenimiento, el envío del material para su reparación y la sustitución del mismo en el stock de los almacenes.



5.2.4. Grados de prioridad.

Para la reparación de las averías que afecten a los Sistemas de Señalización, Telecomunicaciones o Telemando, el personal de mantenimiento seguirá el orden de prioridades que a continuación se detalla.

5.2.4.1. Avería con Prioridad 1

El personal de mantenimiento considerará avería con grado de Prioridad 1, aquella que ocasiona una interrupción directa del/los servicios, impidiendo la normal explotación de la línea.

Las averías de este tipo que afecten a las Instalaciones de Señalización, Telecomunicaciones Fijas y elementos asociados para el tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa serán reparadas por el personal de mantenimiento de forma inmediata, valiéndose de los SAM's y subsanándola remotamente ó desplazándose hasta el lugar de la misma.

Para la eliminación de este tipo de averías el personal de mantenimiento llevará a cabo las acciones necesarias para garantizar con la mayor celeridad posible las condiciones normales de explotación de la línea, sustituyendo los elementos defectuosos, que serán remitidos con posterioridad al almacén central para su reparación ó reemplazo.

5.2.4.2. Avería con prioridad 2

El personal de mantenimiento considerará avería con grado de prioridad 2, aquella que disminuye la disponibilidad de los sistemas, pero sin afectar a las condiciones normales de explotación de la línea o pudiéndose arbitrar medidas alternativas que impliquen la continuidad del servicio.

Las averías de este tipo serán reparadas por el personal de mantenimiento de tal forma que sea posible compatibilizar estas intervenciones con la normal explotación de la línea.

Al igual que para la reparación de averías consideradas con grado de prioridad 1, el personal de mantenimiento llevará a cabo las acciones necesarias para garantizar, en el menor tiempo posible, los índices de disponibilidad de la instalación en sus condiciones normales, para lo cual será llevada a cabo la sustitución de los elementos defectuosos, que serán remitidos con posterioridad al almacén central para su reparación.



5.2.5. Restablecimiento de la circulación y documentación a generar.

Una vez concluidos los trabajos de reparación, se comprobará el correcto funcionamiento del sistema afectado. Tras verificarlo, se notificará al Centro de Mantenimiento y al operador de la finalización de los trabajos, que serán los encargados de dar su visto bueno y normalizar la circulación de vehículos en la zona afectada. Todas las actuaciones realizadas deben ser consignadas en los *Partes de Avería* que se muestran en las figuras 26 y 27 para su posterior estudio por parte del departamento de Ingeniería. Así mismo, el Centro de Mantenimiento debe registrar toda la información sobre las causas y la actuación adoptada para su solución para registrarla tanto en el software específico, MAXIMO BT Release 4.1.1, como en el sistema de registro del operador.



Instalaciones de señalización, telecomunicaciones fijas y elementos asociados para el tramo Barcelona – Figueras – de la línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa.

PARTE DE AVERÍA

Nº TICKET:

COMUNICACIÓN DE LA AVERÍA

Informador de la avería:	
Fecha avería:	Hora avería:
Fecha comunicación:	Hora comunicación:
Banda de circulación:	Modo de comunicación:
Centros afectados:	
Receptor de la avería:	
Descripción del suceso:	
Servicios afectados:	
<input type="checkbox"/> Afección del tráfico	<input type="checkbox"/> Afección de la seguridad

Figura 26. – Parte de avería. Hoja 1 de 2



Instalaciones de señalización, telecomunicaciones fijas y elementos asociados para el tramo Barcelona – Figueras – de la línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa.

PARTE DE AVERÍA

Nº TICKET:

INFORMACIÓN AL MANTENEDOR

Lugar de salida:		
Ubicación:		P.K.:
Hora salida:	Hora llegada:	Tiempo trayecto:
Hora inicio:	Hora finalización:	Tiempo total:
Cortes suministro eléctrico		
Fecha del corte:	Hora del corte:	
Fecha del restablecimiento:	Hora del restablecimiento:	Tiempo total:
P.K. Inicio:	P.K. Fin:	Km total:
Fecha entrega de la vía:		Hora entrega de la vía:
Causa ó posibles causas:		
Solución adoptada:		

PIEZAS SUSTITUIDAS

	Pieza	Nº Serie	Nº Serie Repuesto
1			
2			
3			

CONFIRMACIÓN DE LOS TRABAJOS

Nombre y firma del Técnico:	Nombre y firma del Supervisor:
Fecha:	Fecha:

Figura 27. – Parte de avería. Hoja 2 de 2



5.3. Tiempos de asistencia a averías.

Para llevar a cabo las tareas de reparación en caso de avería se ha tenido en cuenta el mayor número variables posibles para minimizar los tiempos generales de asistencia. Por lo tanto, para poder llevar a cabo un servicio de calidad, a continuación exponemos los intervalos de tiempo que aceptamos como válidos, teniendo en cuenta todas las actividades que se requieren desde el momento en el que ocurre la avería hasta que se resuelve.

5.3.1. Definiciones

5.3.1.1. Tiempo de llamada.

Tomamos como **tiempo de llamada (TII)** el resultante de la diferencia entre la hora de recibo del aviso por parte del personal de mantenimiento y la hora de ocurrencia de la avería. Este tiempo depende directamente del tiempo transcurrido desde la notificación o detección de dicha avería por parte del Puesto de Mando hasta la comunicación de la misma al mantenedor.

Este tiempo no es imputable al personal encargado del mantenimiento.

5.3.1.2. Tiempo de desplazamiento.

Tomamos como **tiempo de desplazamiento (Td)** al tiempo que transcurre desde que el mantenedor recibe el aviso del Puesto de Mando, se desplaza a la zona de avería y comunica con el Puesto de Mando nuevamente para comunicarle que se encuentra en la zona de la avería.

Este tiempo es imputable al personal encargado del mantenimiento.

5.3.1.3. Tiempo de espera.

Tomamos como **tiempo de espera (Te)** al tiempo resultante de la diferencia entre la hora de entrada al lugar de la avería y la hora de llegada al mismo, siendo este tiempo dependiente del Puesto de Mando responsable de la explotación de la línea.

Este tiempo no es imputable al personal encargado del mantenimiento.



5.3.1.4. Tiempo de reparación.

Tomamos como **tiempo de reparación (Tr)** al invertido en restablecer la normalidad en el sistema o subsistema afectado por una avería, al menos de forma provisional, bien sea imputación propia o ajena al mantenedor de la instalación.

Este tiempo es imputable al personal encargado del mantenimiento.

5.3.1.5. Tiempo de acopio.

Tomamos como **tiempo de acopio (Ta)** el tiempo que se tarda, una vez detectada el problema de una avería, en disponer en la instalación de los repuestos adecuados para subsanarla, al menos de forma provisional. Este tiempo es directamente proporcional al material de repuesto que se encuentre en la instalación o en su defecto a la distancia al almacén de repuestos más cercano.

Este tiempo es imputable al personal encargado del mantenimiento.

5.3.1.6. Tiempo total de asistencia de avería.

Tomamos como **tiempo de asistencia de avería (Tta)** la sumatoria de los tiempos anteriormente descritos (llamada, desplazamiento, espera, reparación y acopio).

$$Tta = Tll + Td + Te + Tr + Ta$$

Tabla 4.- Definición del Tiempo Total de Asistencia

5.3.2. Optimización del tiempo de asistencia a la avería.

Una buena gestión del tiempo de asistencia asegura una rápida intervención ante una avería. Por eso, en este proyecto, se propone una distribución del tiempo de asistencia de avería en cascada como muestra la Figura 28, reduciendo al máximo las pérdidas de tiempo por mala gestión.

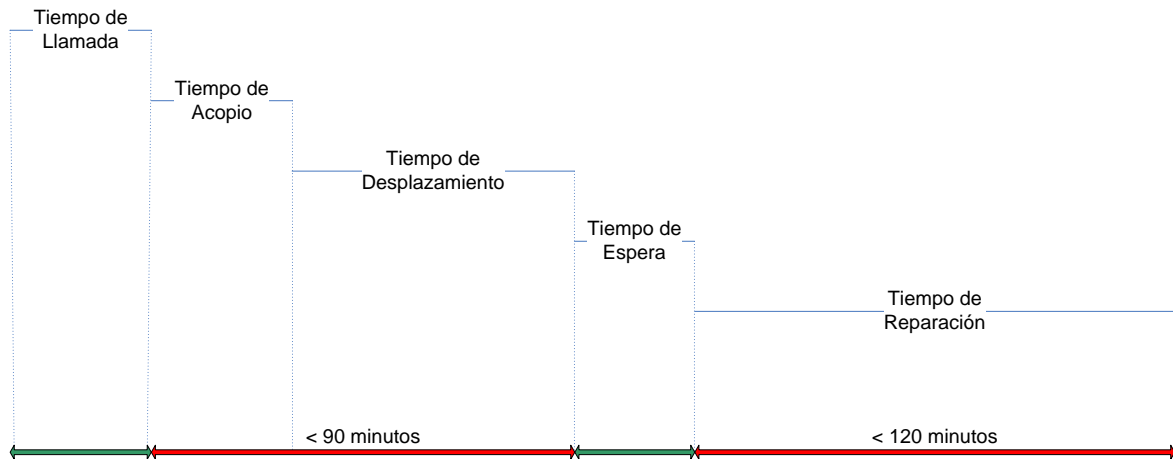


Figura 28. –Tiempo de asistencia a la avería en cascada

Gracias a la ayuda que proporciona el SAM, se podrá acudir al punto exacto de la avería con el material necesario para su reparación. De esta forma, reducimos tanto el tiempo de acopio como el de desplazamiento. En todo momento se tendrá en cuenta los tiempos máximos de operaciones, tanto en el desplazamiento a la avería tras la llamada de aviso como en el tiempo de reparación, tal y como indicamos en la figura anterior.

War Room Historic Chart 2009 to 2011

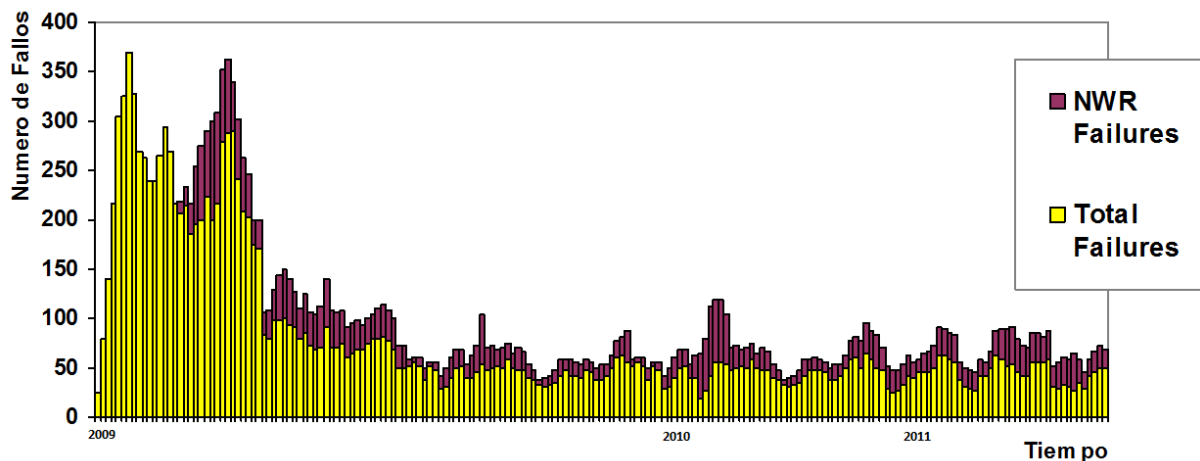


Figura 29. – Reducción de las averías durante el período de mantenimiento



5.4. Protocolo de actuación en caso de avería

5.4.1. Objetivos

El presente protocolo establece el modo de actuación ante la aparición de averías de las Instalaciones de Señalización, Telecomunicaciones Fijas y elementos asociados para el tramo Barcelona – Figueras, de la línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa, incluyendo los procedimientos necesarios para una gestión óptima de las mismas y garantizar la operatividad en el funcionamiento de dichas instalaciones.

El presente proyecto prevé personal de mantenimiento suficiente para dar cobertura a las averías las 24h del día, los 365 días al año. La rápida actuación, la eficacia en la coordinación de las diversas partes implicadas y la optimización de recursos disponibles son los puntos de referencia para el desarrollo de este protocolo. La acotación de funciones en el proceso de reparación también es un propósito del presente documento.

5.4.2. Organización del servicio de averías

El personal destinado al mantenimiento de las instalaciones objeto de estudio se distribuirá según se detalla en el Capítulo 3.1 del presente documento. Cuando aparezcan averías en la línea, se crearán equipos de asistencia constituidos por diferentes especialistas en las técnicas necesarias para subsanarla en el mínimo tiempo.

5.4.2.1. Personal de averías de Primer Nivel:

Los trabajos a efectuar en caso de avería, en condiciones normales, serán realizados por los técnicos locales asignados al centro de mantenimiento más cercano como asistencia en primer nivel, siempre bajo la supervisión y coordinación del equipo situado en Barcelona. Su cometido será:

- ▶ Resolución de la avería, previo análisis. Sustitución o reposición de elementos tanto fungibles como averiados, así como ajustes y mediciones que sean necesarios.
- ▶ Elaboración de informes de Avería, con destinatario Adif y/o el Jefe de Mantenimiento.

Una vez reparada la avería, o ante cualquier ajuste o cambio de dispositivos, el sistema debe probarse para garantizar su correcto funcionamiento antes de ser puesto en servicio de nuevo.



El informe de avería, según se muestra en las Figuras 26 y 27, incluirá como mínimo una descripción de la misma, el motivo de la avería, las acciones realizadas para su resolución, el material o repuesto utilizado, así como la fecha y hora del aviso de avería por parte de Adif, el enclavamiento o instalación donde se localiza y si ha podido ser solucionada.

Este informe deberá enviarse al Jefe de Mantenimiento y/o Adif para actualizar el registro interno de averías aparecidas en el sistema.

Si no pudiera ser realizada la reparación, y en el caso de que la misma afecte al servicio, el personal de primer nivel contactará con el personal especializado de Barcelona que dará soporte técnico en todo momento a la avería como unidad de apoyo de segundo nivel

5.4.2.2. Personal de averías de Segundo Nivel

En el caso de que la avería así lo requiera, el personal de segundo nivel situado en Barcelona dará su apoyo técnico, con ayuda de los Sistemas de Ayuda al Mantenimiento remotos, al equipo que se encuentre en campo dando el servicio de primer nivel, incluso pudiendo alertar otro centro de mantenimiento no implicado en la avería para que colabore en los trabajos de solución de la misma. Su función además de soporte técnico ha de ser de coordinación de equipos

- ▶ Gestión de la avería, asignando trabajos a realizar.
- ▶ Control y supervisión de los procedimientos establecidos.
- ▶ Consulta de información y ayuda externa si es necesaria una consulta técnica a la Oficina Central y según la naturaleza de la avería.
- ▶ Registro de todas las actuaciones efectuadas en la resolución de la avería.
- ▶ Control de stock de repuestos y fungibles.
- ▶ Información y coordinación del proceso con el Jefe de Mantenimiento.

Una vez reparada la avería, o ante cualquier ajuste o cambio de dispositivos, el sistema debe probarse para garantizar su correcto funcionamiento antes de ser puesto en servicio de nuevo.



Notar que el personal de mantenimiento proveerá de los repuestos y fungibles necesarios para la resolución de las averías. Asimismo, el nivel de stock disponible a tal efecto se adecuará progresivamente.

5.4.3. Plan de actuación

5.4.3.1. Comunicación de la Avería

Ante la detección de una avería, el personal de Mantenimiento de Adif deberá contactar única y exclusivamente con el personal de mantenimiento de primer nivel del Centro de Mantenimiento más cercano.

Dicho contacto deberá de realizarse mediante teléfono, siguiendo una cadena predefinida consistente en.

1. Aviso por teléfono (fijo) al centro de mantenimiento del área donde se ha producido la avería. En dicha comunicación se facilitarán los datos siguientes:
 - Características lo más detalladas posibles de la avería
 - Elementos a los que afecta
 - Número asignado a la avería
2. Además del aviso telefónico se emitirá un E-mail con los datos de la avería a un correo dispuesto para tal uso y que permitirá el seguimiento documental de las averías al personal de segundo nivel.
3. Un sistema conectado al E-mail señalado se encargará de la generación de mensajes sms al teléfono móvil del jefe de mantenimiento, pre-alertando de este modo al segundo nivel (de Barcelona) de averías para su posible activación.

Por último y como sistema de seguridad redundante, existirá un segundo teléfono de guardia (móvil) en cada Centro de Mantenimiento para que en caso de que por cualquier motivo el primer teléfono (fijo) fallase o la avería hubiera afectado a la red fija de comunicaciones, se pueda asegurar la comunicación.



5.4.3.2. Cierre de la Avería

Una vez solucionada la avería, el personal al cargo de la misma procederá de la siguiente forma

1. El coordinador del equipo que asistió la avería se pondrá en contacto con el puesto de mando por teléfono para comunicar el fin de los trabajos.
2. Acordará con ellos la hora de cierre.
3. Dará al puesto de mando la información que demande sobre lo ocurrido.
4. Una vez llegados al Centro de Mantenimiento el coordinador del equipo que asistió la avería procederá a rellenar el correspondiente parte de avería, a completar en el sistema informático de mantenimiento todos los datos sobre lo sucedido y el material utilizado así como contestar al e-mail recibido.

5.4.3.3. Revisión técnica de la avería.

En un plazo de tiempo no superior a 3 días hábiles, el personal de mantenimiento evaluará la avería, y establecerá si las pautas de resolución que se tomaron fueron las adecuadas así como si se deben tomar medidas complementarias, que se llevarían a efecto dentro del mantenimiento preventivo.

En un plazo de tiempo no superior a 4 días hábiles, el personal del Centro de Mantenimiento que asistió la avería entregará el informe pertinente al personal de Adif.

5.4.4. Tipos de averías

La clasificación de las averías, se establece a posteriori, respondiendo al nivel de intervención exigido y a su criticidad:

- ▶ **AVERÍAS ESTÁNDAR:** Se considerará avería estándar aquella que pueda ser reparada por el personal de mantenimiento de primer nivel, sin la necesidad de intervención por parte del personal del centro de mantenimiento de Barcelona (Segundo Nivel). Por ejemplo, falsa ocupación de circuito de vía, pérdida de comunicaciones, etc.
- ▶ **AVERÍAS EXTRAORDINARIAS:** Se considerarán aquellas averías que exija de la intervención del personal de Barcelona dando soporte de segundo nivel bien por su complejidad o bien por haber varias simultáneas.



- ▶ **AVERÍAS CRÍTICAS:** Se considerarán aquellas averías que impliquen o puedan implicar una suspensión global del sistema instalado, daños generales y destrozos en el mismo (vandalismo, catástrofes naturales, etc.). En estas circunstancias se procederá a movilizar a todo el personal disponible acumulando en la zona a personal de los dos Centros de Mantenimiento (Llinars y Vilobí d’Onyar/Gerona), personal de coordinación de Barcelona así como personal externo a modo de refuerzo de los equipos propios de trabajo.

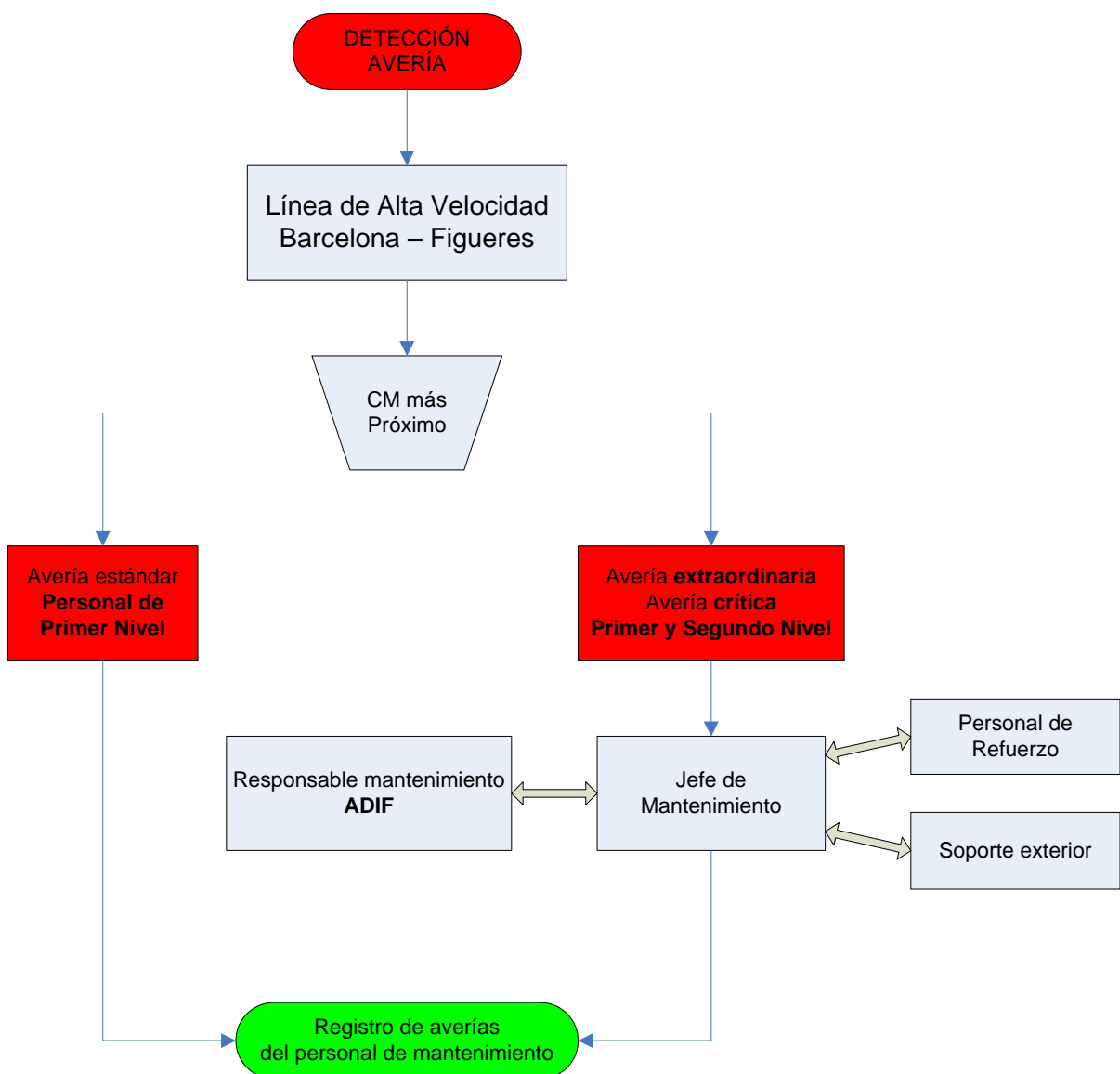


Figura 30. – Esquema de actuación en averías



5.5. Sistema de Ayuda al Mantenimiento (SAM)

5.5.1. Introducción

El Sistema de Ayuda al Mantenimiento se divide en dos niveles: Local y Central. El propósito de los ambos es facilitar las tareas de mantenimiento preventivo, predictivo y sobretodo correctivo, que es donde se aprovecha al máximo el potencial de éste.

Los SAM's permiten el acceso a la información de diagnosis y a las funciones propias de mantenimiento sobre los sistemas de señalización y ERTMS. Dentro de los mismos se podrían incluir los sistemas de registro jurídico, que aunque no son sistemas de mantenimiento pueden facilitar también la búsqueda, análisis y resolución de averías.

Con este sistema se consigue detectar el punto de la avería y en muchos casos solucionarla de modo remoto. Sin embargo, en los casos que no se puede corregir así, podemos determinar qué elementos están ocasionando problemas y organizar el acceso a la avería con los repuestos preparados previamente, de tal manera que el rendimiento del personal de mantenimiento aumenta ostensiblemente.

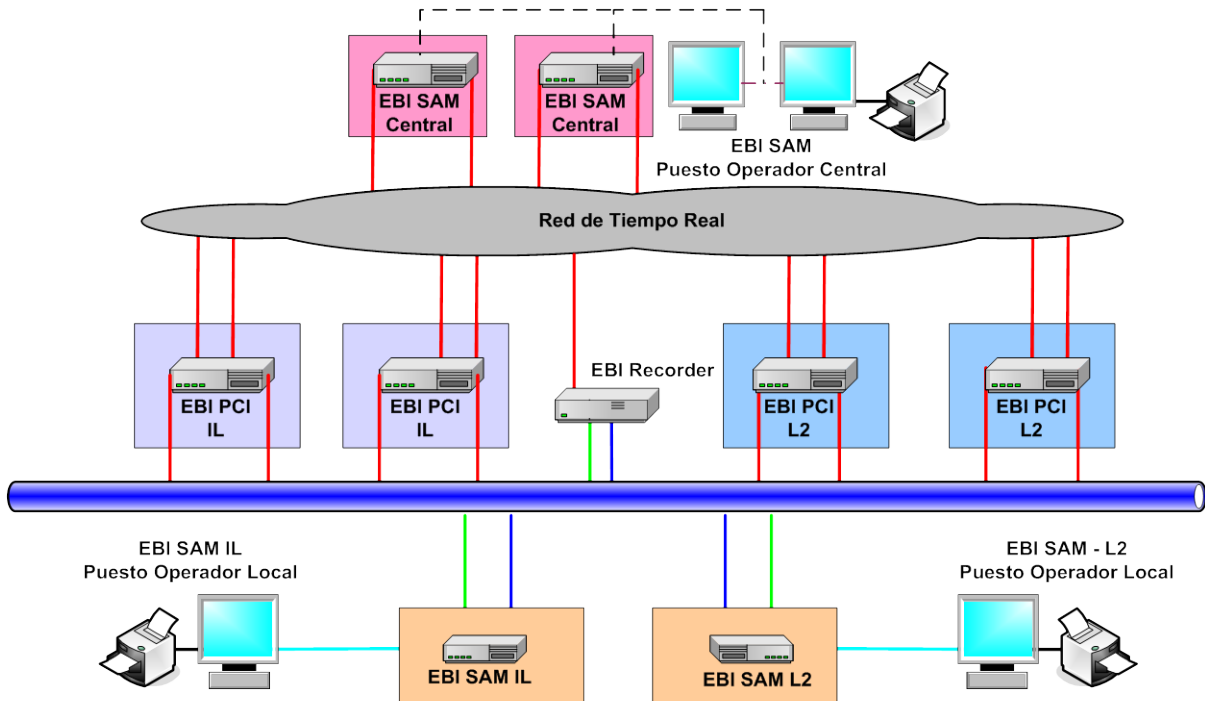


Figura 31. – Esquema del SAM Local y Central

5.5.2. Sistema de Ayuda al Mantenimiento ENCE (EBISAM-IL)

5.5.2.1. Introducción

Cada enclavamiento instalado en la línea está dotado de un Sistema de Ayuda al Mantenimiento denominado *EBISAM-IL*. El sistema *EBISAM-IL*, posibilita la monitorización de forma local de los eventos y averías generadas en cada enclavamiento.

Este sistema recibe información de diagnóstico desde los subsistemas *EBIPCI-IL* (Puesto de Control de Interfaces de Enclavamiento), siendo estos últimos los encargados de almacenar la información de forma permanente a nivel local debido a su configuración redundante.

En el mismo hardware utilizado por la aplicación *EBISAM-IL* se instala la aplicación de diagnóstico interna de enclavamiento FEU950, Field Engineering Unit, que se describe en el Capítulo 5.5.2.3.

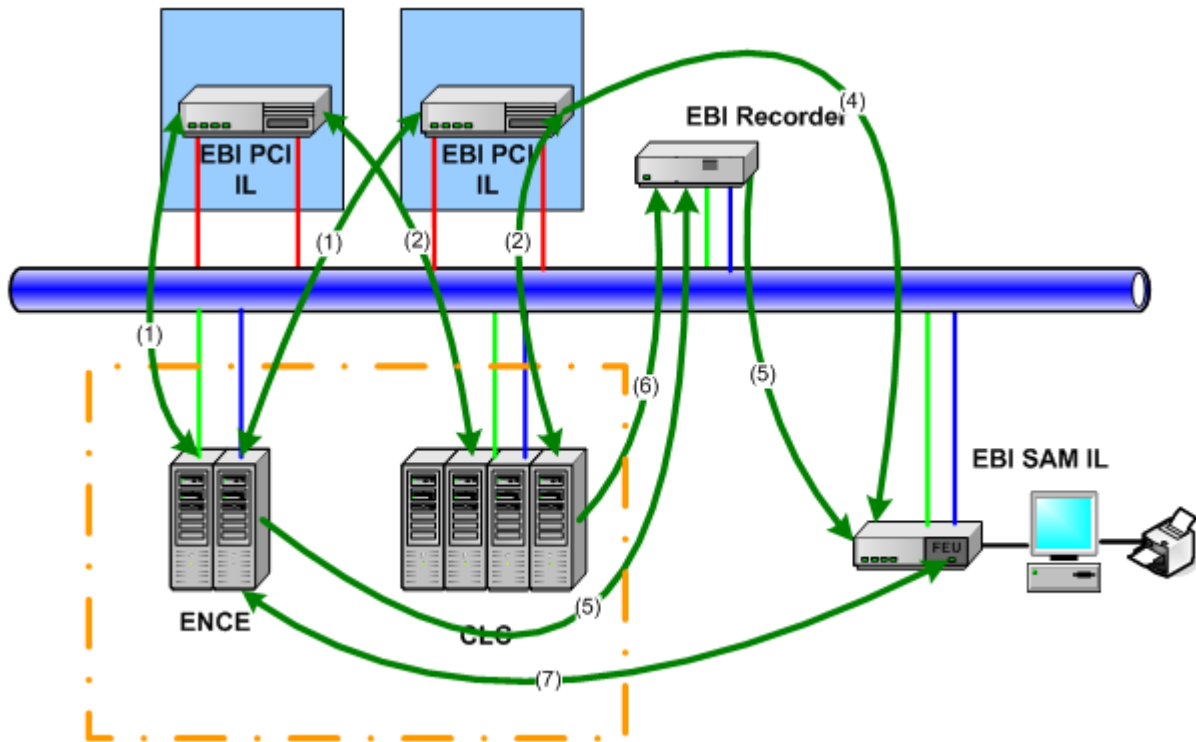


Figura 32. – Esquema de comunicación EBISAM-IL

5.5.2.2. Funcionalidad

El equipo *EBISAM-IL* proporciona al personal de mantenimiento el acceso a la información los subsistemas. *EBISAM-IL* permite recoger, almacenar y mostrar:

- ▶ Eventos y Alarmas de su enclavamiento correspondiente.
- ▶ Eventos y Alarmas del servidor *EBIPCI-IL*.

EBISAM-IL incorpora una interfaz de usuario que incluye las siguientes funciones:

- ▶ **EBIScreen**. Sistema de representación videográfica.

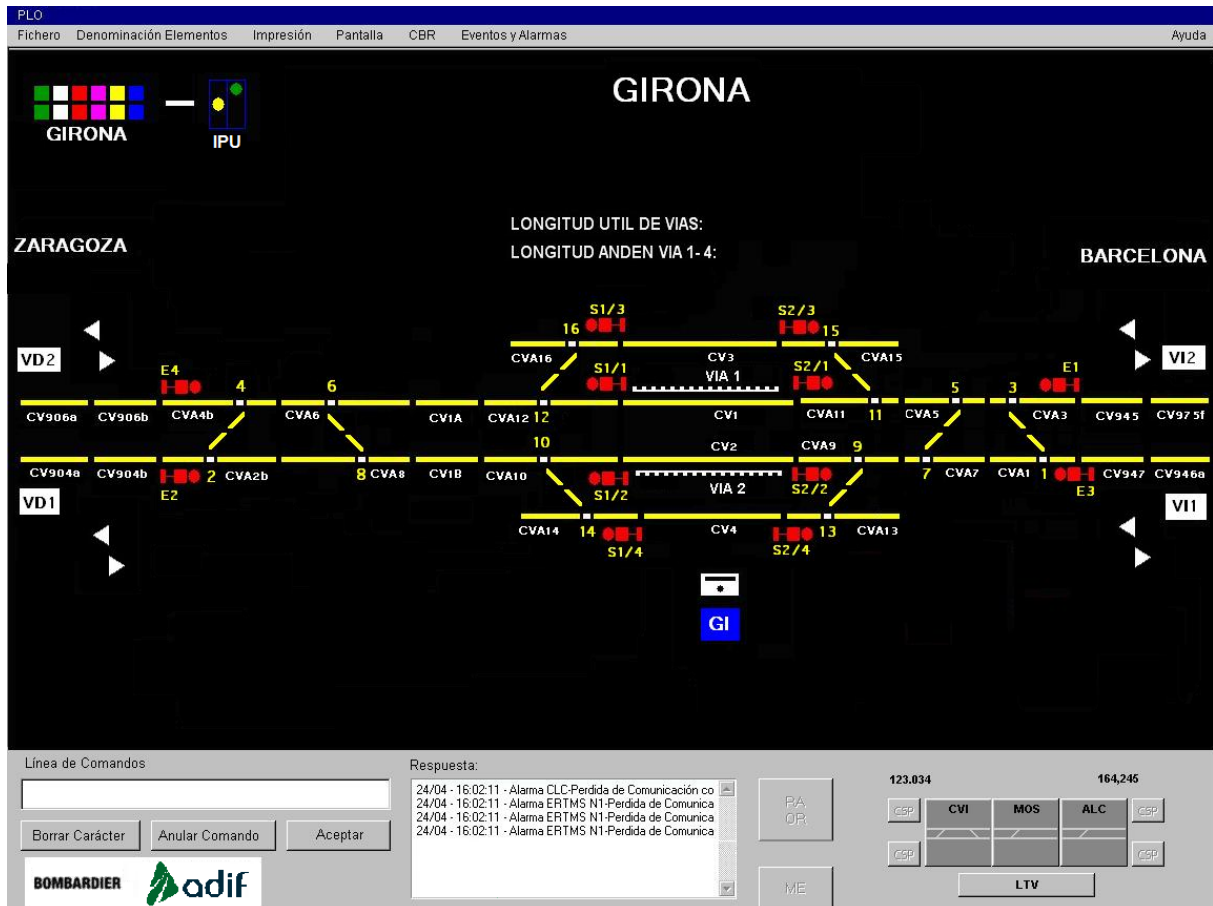


Figura 33. – Imagen EBIScreen en EBISAM-IL

Representación en tiempo real de la información gráfica del esquema de vía de su enclavamiento correspondiente.

- ▶ Diagramas de Estado de los Equipos: Representan mediante símbolos gráficos el estado de los subsistemas: Estado ENCE y RBC online/standby/offline, conexión del servidor EBIPCI-IL con los otros equipos, etc.
- ▶ **EBIControl.** Esta herramienta está diseñada para la orientación del personal en el caso de una avería. Mediante un esquema que representa los controladores de objetos (en el caso de los enclavamientos) ó concentradores de Tarjetas Controladoras de Balizas (EDB), en el caso de ERTMS Nivel 1, se puede visualizar fácilmente el estado de las tarjetas que lo componen, y mediante un sencillo código de colores como muestra la siguiente figura:



- **Rojo.** Tarjeta a sustituir
- **Amarillo.** Tarjeta con alarmas
- **Gris.** Tarjeta en perfecto estado de funcionamiento



Figura 34. – Imagen EBIControl – Estado de Controladores

De esta forma se orienta al equipo encargado del mantenimiento correctivo sobre las acciones a tomar. Además y de cara a una mejor y más fácil seguimiento de posibles anomalías de software o problemas en las tarjetas, existe la posibilidad de que se muestre el valor que está leyendo las tarjetas en cada una de sus entradas ó el valor on/off en el caso de las tarjetas de salida como se ve en la Figura 35.

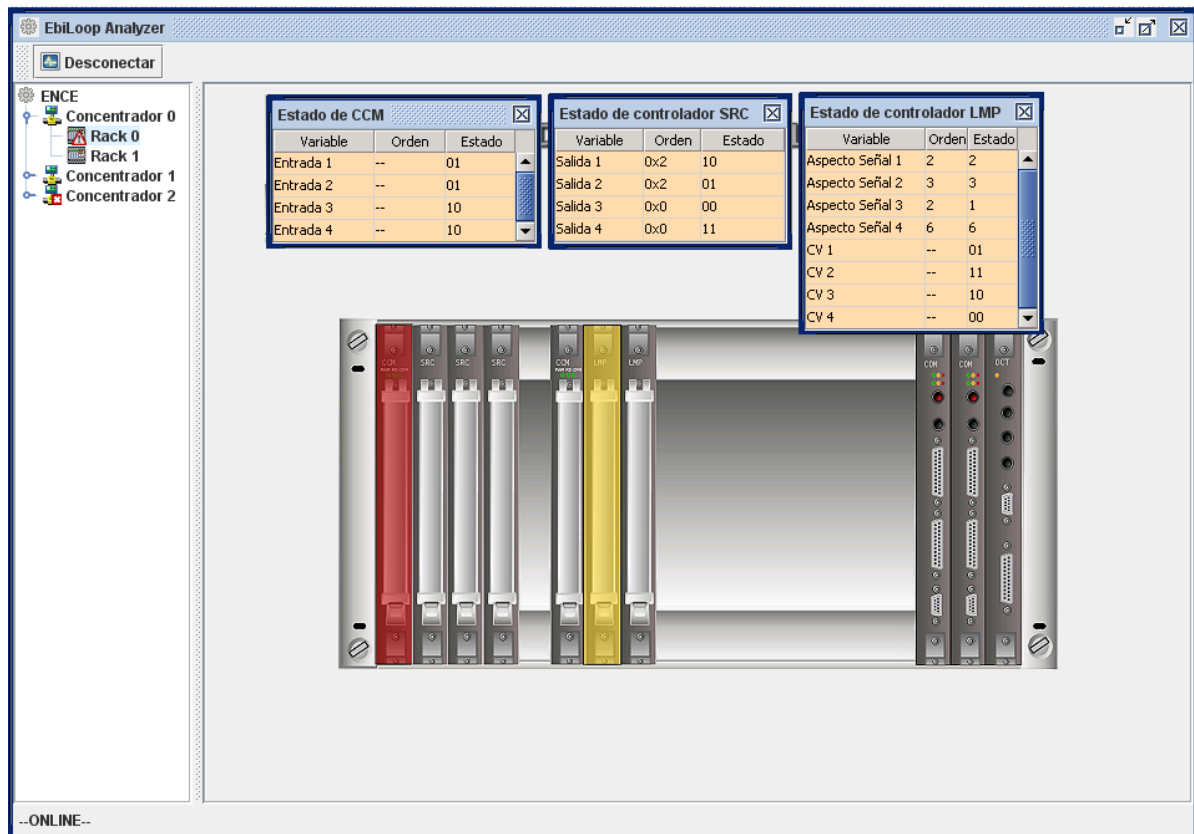


Figura 35. – Imagen EBIControl – Salidas Controladores

Ventanas para mostrar la información anterior como una lista de eventos y alarmas. Cuando el operador selecciona una alarma específica, se activa un enlace a un fichero HTML que muestra una descripción de la avería, la causa(s) posible(s) y una propuesta de acciones resolutivas.

Informes de mantenimiento y diagnóstico: Permiten mostrar el número de ocurrencias de determinados eventos o alarmas en un objeto. Hay dos tipos de informes: en tiempo real y acumulativo.

► **EBIMov:** Moviola.

El servidor EBIPCI-IL guarda todos los eventos de sistema para su visualización posterior. Se excluyen algunas acciones de usuario, como la apertura y cierre de ventanas y eventos de teclado y ratón. Los comandos de operador y sus respuestas también se almacenan.

El sistema de Moviola ofrece una interfaz de usuario sencilla, en la cual el operador puede actuar de la siguiente manera:



El operador puede seleccionar el punto de inicio de la reproducción. Todos los objetos se actualizan al estado en el cual estaban en el punto de hora seleccionado. El operador puede seleccionar la velocidad de reproducción (1/10, 1/2, 1X, 2X, 10X ó 100X) y puede iniciar la reproducción para avance desde el punto de inicio seleccionado.

El operador puede pausar la reproducción para inspeccionar el estado del sistema en un punto y puede también seleccionar una velocidad de avance diferente antes de continuar con la reproducción.

En cualquier momento, el operador puede abrir (y cerrar) imágenes de la moviola (así como ventanas de eventos y alarmas) para analizar las imágenes de otra estación.

El operador puede agregar una cadena de anotaciones en un punto de inicio de manera que, en el futuro los eventos interesantes de la reproducción, se puedan encontrar con mayor facilidad.

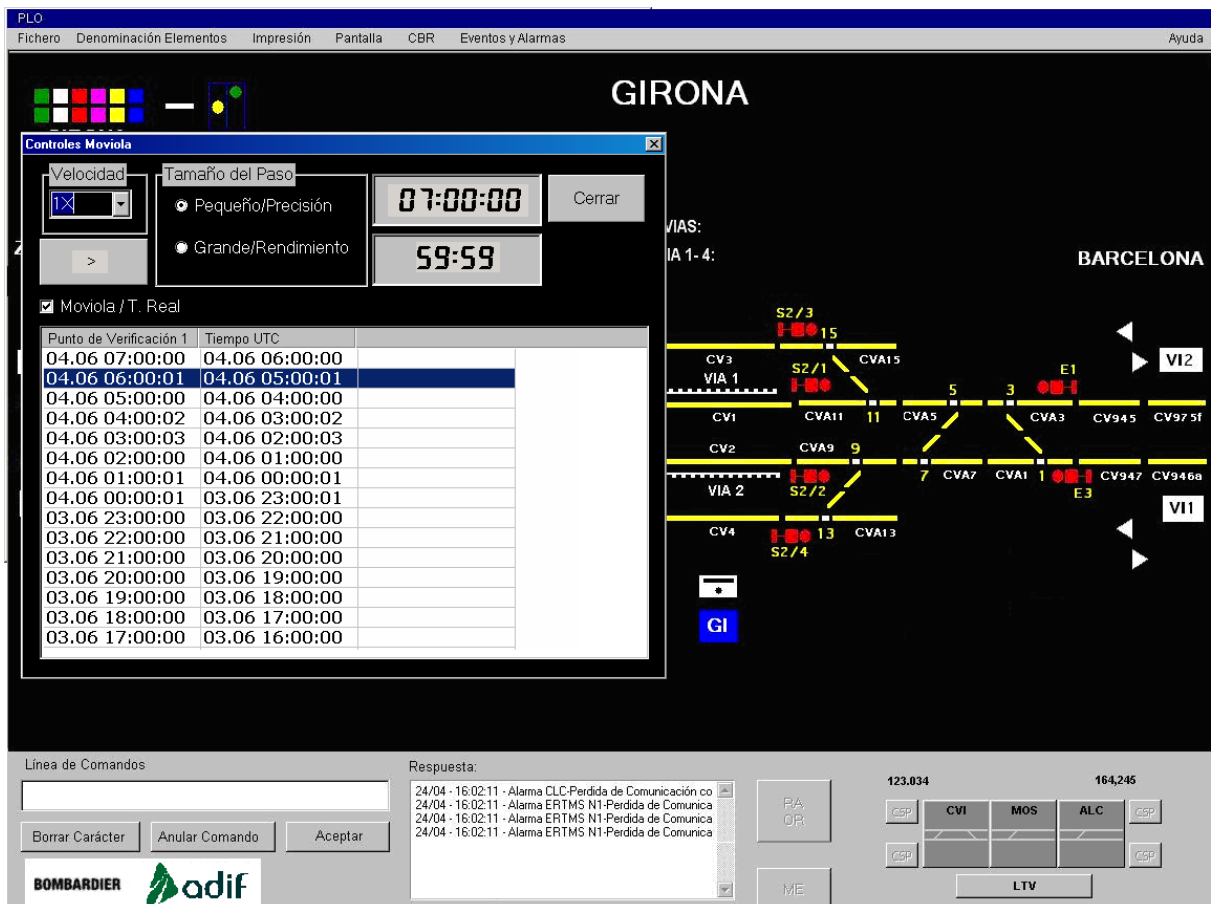


Figura 36. – Imagen EBIScreen con ventana EBIMov en EBISAM-IL



- Monitorización remota del servidor *EBIPCI-IL*: Permite monitorizar el estado del servidor del *EBIPCI-IL*: Online/Hot-Standby/Offline. Procesos lanzados, memoria consumida.
- Movimiento de desvíos: Tiene la posibilidad, previa autorización a éste *EBISAM-IL* por parte del *EBIPLO-IL* o CRC, de efectuar el movimiento de los desvíos controlados por el enclavamiento correspondiente.
- Gestión de Perfiles y Usuarios: Posibilidad de configurar diferentes usuarios con un perfil (permisos, restricciones, autoridades,...) determinado para cada uno de ellos. De esta manera, podemos obtener una configuración donde los usuarios que no sean Administrador o Supervisor tengan restringido el acceso a otras aplicaciones o funciones.

5.5.2.3. Aplicación FEU950

La aplicación software FEU950 estará implementada en el Sistema de Ayuda al Mantenimiento Local (*EBISAM-IL*), coexistiendo así con la aplicación *EBISAM* de la plataforma *EBIScreen*.

La aplicación FEU950 tiene como función la monitorización, el control, la resolución de problemas y el testeo del ENCE basado en un computador CBI950.

La ventana inicial de trabajo de la aplicación FEU950 es la siguiente:



Figura 37. – Imagen FEU



Con esta aplicación podemos trabajar con el ENCE de una manera rápida y eficaz, gracias a su interfaz gráfica. Las principales funciones que cabe destacar son:

- ▶ Muestra las alarmas producidas en el ENCE. Identificando el elemento que ha producido la alarma, la hora de la anomalía, el estado del elemento, ...
- ▶ Permite el cambio de estado del ENCE: pasar de un modo a otro (on-line, standby, off-line).
- ▶ Permite conocer el estado del ENCE.
- ▶ Genera ficheros de Log y permite la extracción de esta información en un fichero.
- ▶ Permite mostrar reproducciones a través de los ficheros Log.
- ▶ Permite conocer el estado de las variables de objetos del ENCE.
- ▶ Muestra y permite el cambio de variables estáticas de objetos del ENCE.
- ▶ Muestra la fecha y hora del ENCE. Y puede establecer la fecha y hora que tenga el equipo donde se aloja la aplicación FEU950 (en este proyecto el *EBISAM-IL*).
- ▶ Muestra la información sobre el estado de las comunicaciones del ENCE.

5.5.3. Sistema de Ayuda al Mantenimiento ERTMS

El Sistema de Ayuda al Mantenimiento ERTMS (*EBISAM – L2*) del sistema de ERTMS/ETCS nivel 2, contiene una serie de aplicaciones destinadas a facilitar el acceso, análisis y control de la información de diagnóstico generada por el sistema. Estas aplicaciones permiten la detección y corrección de averías en el menor tiempo posible y generar información para labores de mantenimiento preventivo.

5.5.3.1. Funcionalidad

Existe un equipo *EBISAM-L2* por cada ENCE y un *EBISAM* Central que asocia todos los *EBISAM-IL* y *EBISAM-L2*.



El puesto del Sistema de Ayuda al Mantenimiento *EBISAM-L2* permite conocer el estado actual de los CLC's (Centralizador de LEU's), LEU's (Unidad Electrónica de Línea) y ENCE's (Enclavamiento Electrónico). Presentado así las siguientes funciones:

- ▶ Almacenamiento de información de diagnóstico generada por el CLC.
- ▶ Representación on-line del estado de la estación a nivel 2 ERTMS/ETCS.
- ▶ Reconstrucción de secuencias de los centralizadores CLC's conectados al *EBISAM L2*.
- ▶ Acceso a la base de datos de la estación.
- ▶ Función específica para la petición e interpretación de los test internos del sistema.
- ▶ Generación de informes en formato digital (ficheros 'logs') o en formato físico (impresora).
- ▶ Mantenimiento y gestión de la comunicación con el centralizador CLC's.

La información existente en el *EBISAM-L2* consiste en:

- ▶ Datos de configuración de CLC's, LEU's y ENCE's.
- ▶ Hardware instalado.
- ▶ Software instalado (sistema y aplicación).
- ▶ Tablas de telegramas enviadas a balizas.
- ▶ Identificador del telegrama envidado.
- ▶ Fallos del sistema.
- ▶ Disponibilidad del Registrador Jurídico.
- ▶ Eventos, alarmas, estado de variables,...



5.5.3.2. Integración con el Sistema

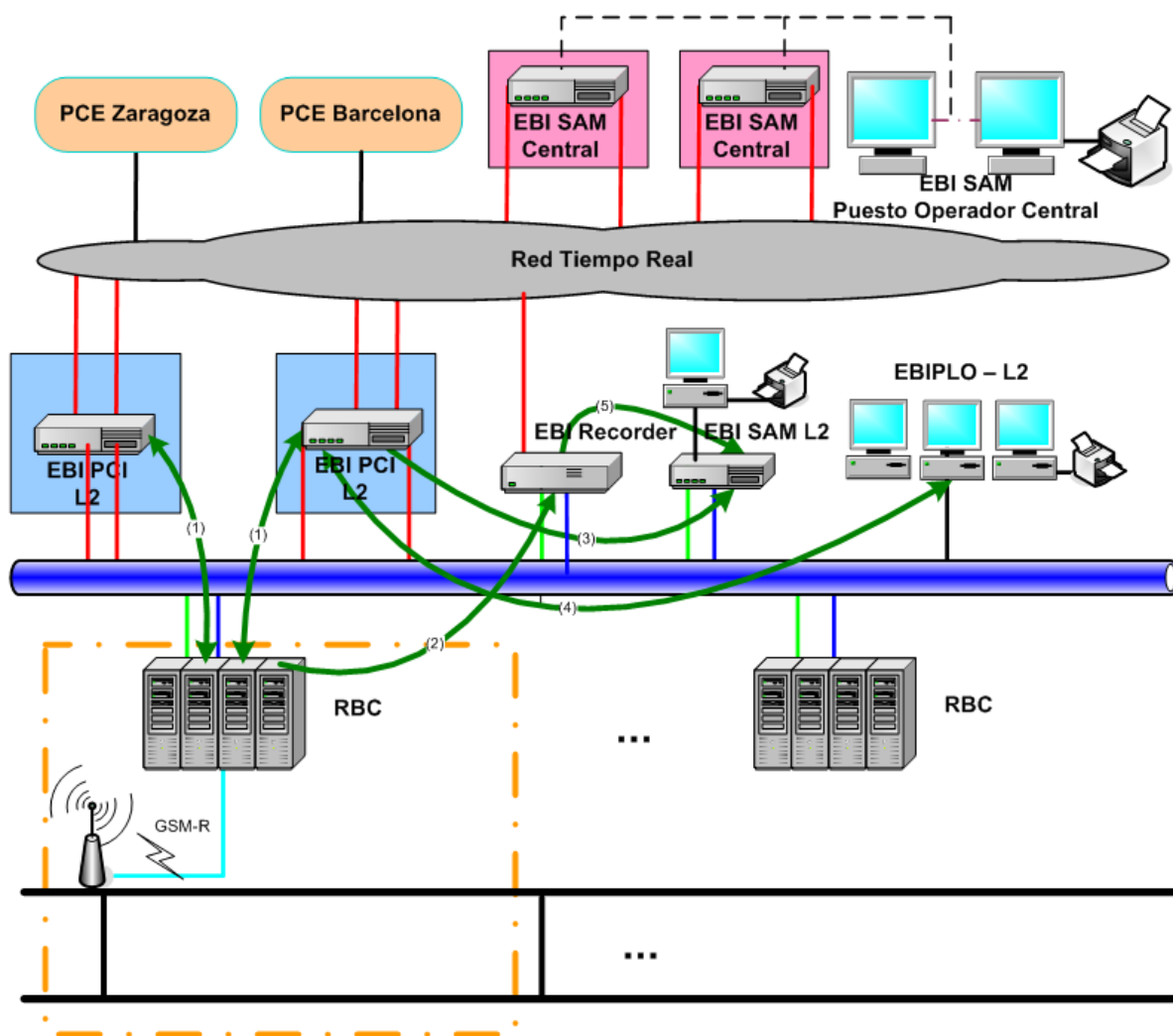


Figura 38. – Esquema de comunicación EBISAM-L2

5.5.4. Descripción del Sistema de Ayuda al Mantenimiento Central

El Sistema de Ayuda al Mantenimiento Central se ubicará inicialmente en el Centro de Mantenimiento de Gerona. Su arquitectura está formada por una pareja de Servidores de Aplicación EBISAM, donde estarán centralizados todos los datos de los EBIPCI-IL, EBIPCI-L2 y EBISAM Recorder, y un Puesto de Operador Central EBISAM, donde se realizarán las tareas de mantenimiento.

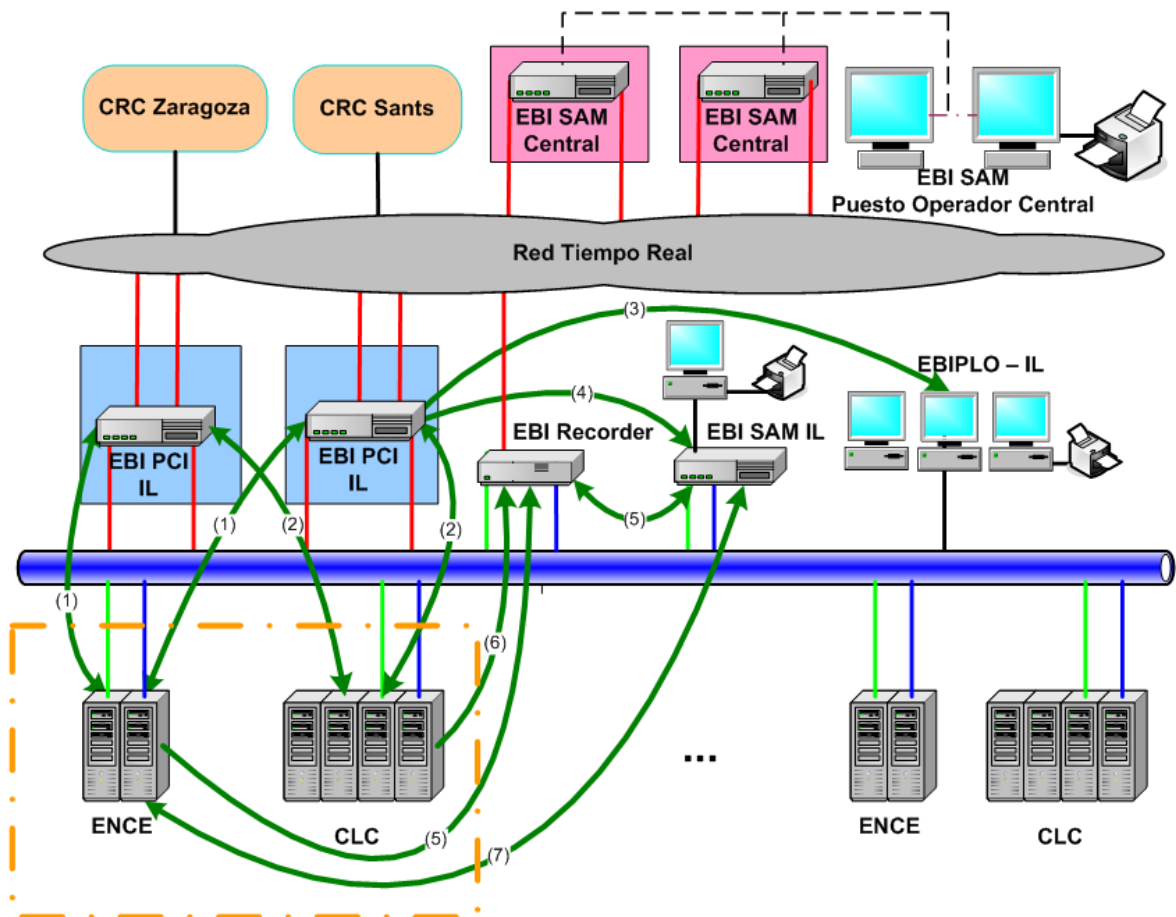


Figura 39. – Esquema de comunicación EBISAM-Central

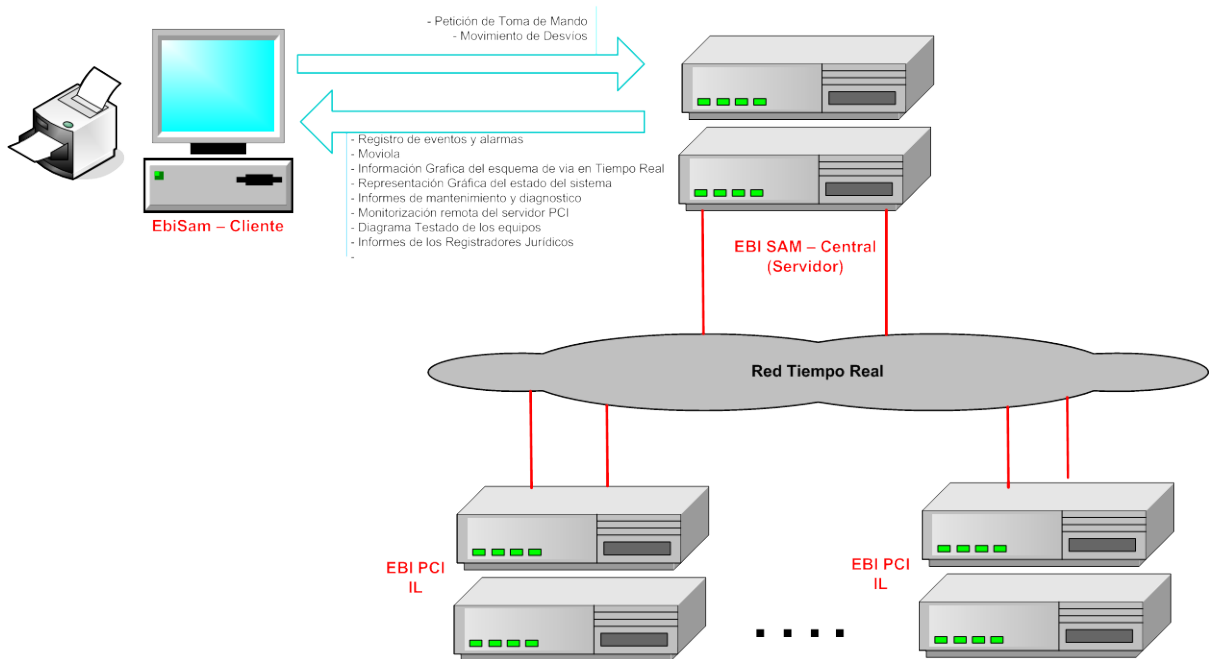


Figura 40. – Flujo de información entre los EBISAM y los Puestos de Control de Interfaces EBIPCI

El equipo EBISAM Central (Sistema de Ayuda al Mantenimiento Central) proporciona al personal de mantenimiento el acceso a la información los subsistemas. EBISAM Central permite recoger, almacenar y mostrar:

- ▶ Eventos y Alarmas de los 8 enclavamientos: Sagrera, Montmeló, Llinars, Riells, Vilobí D´Onyar, Gerona, Vilademuls y Figueras. Teniendo así centralizada toda la información.
- ▶ Eventos y Alarmas del servidor EBIPCI-IL.
- ▶ EBISAM incorpora una interfaz de usuario que incluye las siguientes funciones:
 - Representación en Tiempo Real: Representa en tiempo real la información gráfica del esquema de vía de cada uno de los enclavamientos de la Línea de Alta Velocidad Barcelona-Figueras y de los estados de todos los EBISAM Locales.

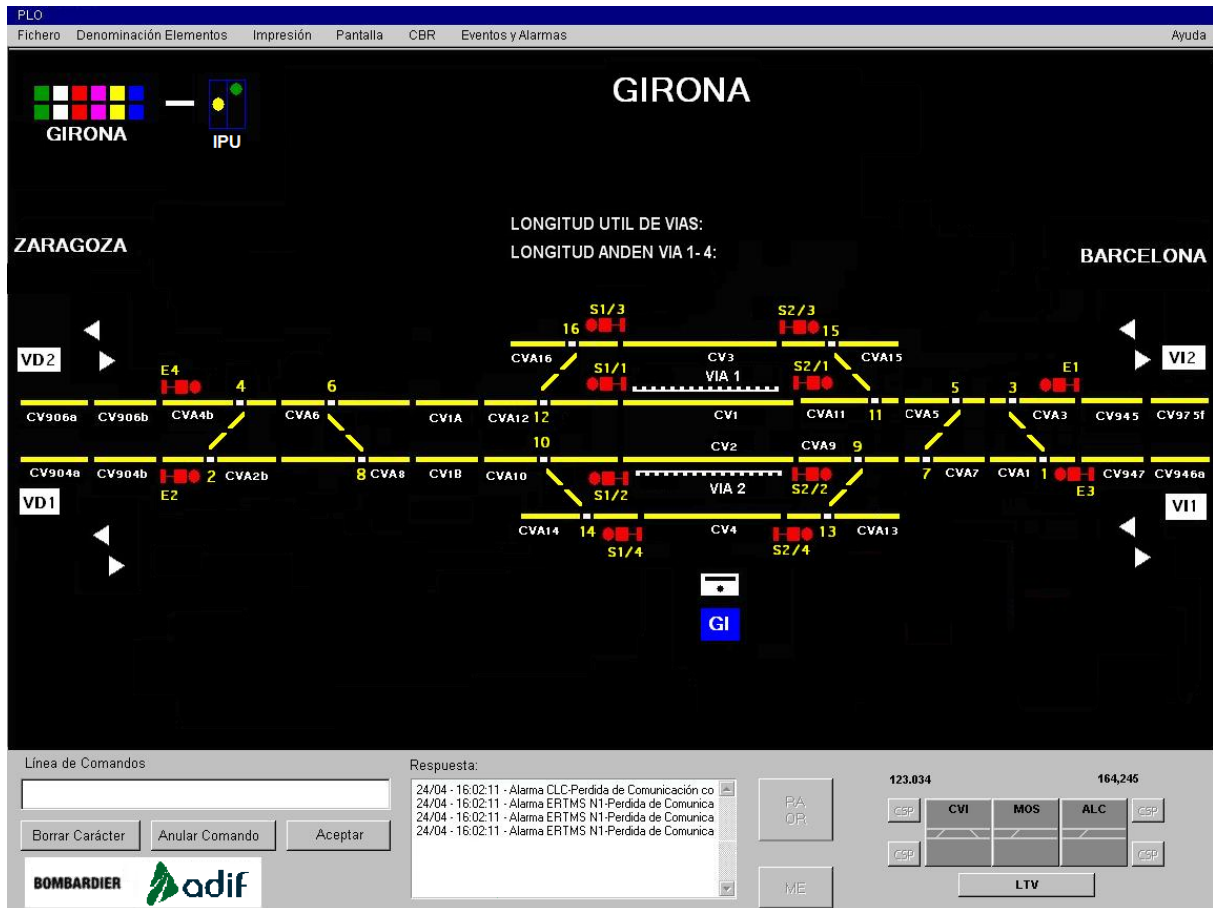


Figura 41. – Imagen EBIScreen en EBISAM Central

- Representación del Sistema: Una serie de representaciones gráficas del conjunto del sistema, muestran en estado de cada interfaz, bocas de red, procesos, servidor on-line, servidor standby, cuando se accede a una aplicación EBISAM o EBIScreen, y a qué equipos se puede acceder desde la red.

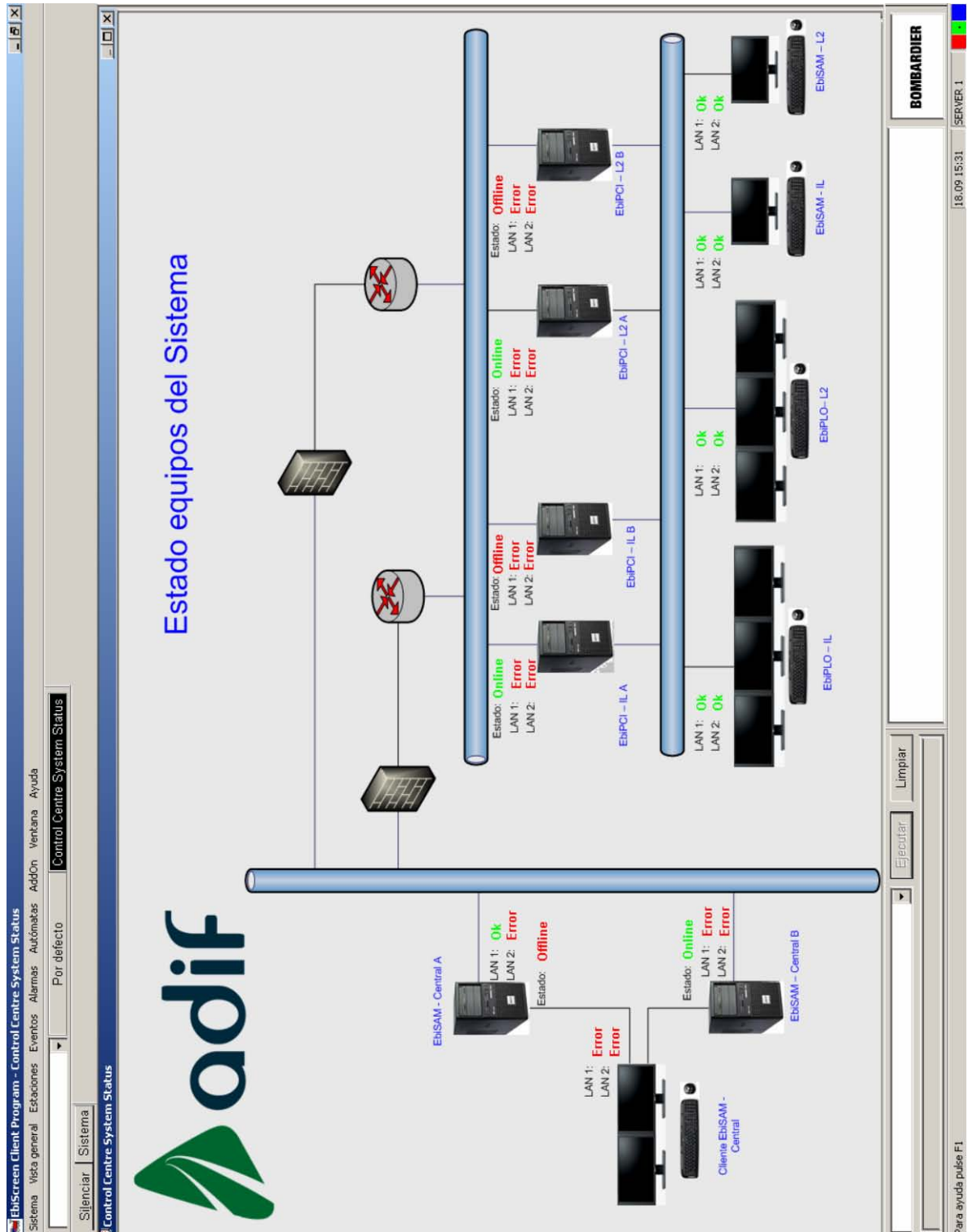


Figura 42. – EBSAM Central – Vista Estado de Equipos del Sistema



- Diagramas de Estado de los Equipos: Representan mediante símbolos gráficos el estado de los subsistemas: Estado ENCE y RBC online/standby/offline, conexión del servidor PCI con los otros equipos, etc. Se generarán diagramas del estado operativo, al menos para los siguientes sistemas y componentes:
 - Enclavamientos
 - Centros de Bloqueo por Radio
 - Controladores de Objetos
 - Lazos de comunicación a los controladores de objetos y contadores de ejes
 - Enlaces de comunicación con otros sistemas
 - Sistemas de detección auxiliares
 - Contadores de Ejes
 - Estaciones de Trabajo de Operador
 - Terminales de Protección de Personal
 - Registrador Jurídico
- CTC
- Ventanas Eventos/Alarmas. Cuando el operador selecciona una alarma específica, se activa un enlace a un fichero HTML que muestra una descripción de la avería, la causa(s) posible(s) y una propuesta de acciones resolutivas.
- Informes de mantenimiento y diagnóstico: Permiten mostrar el número de ocurrencias de determinados eventos o alarmas en un objeto. Hay dos tipos de informes: a tiempo real y acumulativos.
- **Moviola:** El servidor *EBISAM* guarda todos los eventos de sistema para su visualización posterior. Se excluyen algunas acciones de usuario, como la apertura y cierre de ventanas



y eventos de teclado y ratón. Los comandos de operador y sus respuestas también se almacenan.

El sistema de Moviola ofrece una interfaz de usuario sencilla, en la cual el operador puede actuar de la siguiente manera:

El operador puede seleccionar el punto de inicio de la reproducción. Todos los objetos se actualizan al estado en el cual estaban en el punto de hora seleccionado. El operador puede seleccionar la velocidad de reproducción (1/10, 1/2, 1X, 2X, 10X ó 100X) y puede iniciar la reproducción para avance desde el punto de inicio seleccionado.

El operador puede pausar la reproducción para inspeccionar el estado del sistema en un punto y puede también seleccionar una velocidad de avance diferente antes de continuar con la reproducción.

En cualquier momento, el operador puede abrir (y cerrar) imágenes de la moviola (así como ventanas de eventos y alarmas) para analizar las imágenes de otra estación.

El operador puede agregar una cadena de anotaciones en un punto de inicio de manera que, en el futuro los eventos interesantes de la reproducción, se puedan encontrar con mayor facilidad.



GIRONA

Controles Moviola

Velocidad: [dropdown]
Tamaño del Paso: Pequeño/Precisión Grande/Rendimiento

07:00:00
59:59

Moviola / T. Real

Punto de Verificación 1	Tiempo UTC
04.06 07:00:00	04.06 06:00:00
04.06 06:00:01	04.06 05:00:01
04.06 05:00:00	04.06 04:00:00
04.06 04:00:02	04.06 03:00:02
04.06 03:00:03	04.06 02:00:03
04.06 02:00:00	04.06 01:00:00
04.06 01:00:01	04.06 00:00:01
04.06 00:00:01	03.06 23:00:01
03.06 23:00:00	03.06 22:00:00
03.06 22:00:00	03.06 21:00:00
03.06 21:00:00	03.06 20:00:00
03.06 20:00:00	03.06 19:00:00
03.06 19:00:00	03.06 18:00:00
03.06 18:00:00	03.06 17:00:00
03.06 17:00:00	03.06 16:00:00

VIAS: VIA 1-4: BARCELONA

CV3 S2/3 15 CVA15
VIA 1 S2/1 11 CVA11
CV1 CVA5 5 CVA3 CV945 CV97 5f
CV2 CVA9 9 CVA7 CVA1 1 CV947 CV946a
VIA 2 S2/2 7 CVA7 CVA1 1 E3
CV4 S2/4 13 CVA13

GI

Línea de Comandos: [input]
Borrar Carácter Anular Comando Aceptar

Respuesta:
24/04 - 16:02:11 - Alarma CLC-Perdida de Comunicación co
24/04 - 16:02:11 - Alarma ERTMS N1-Perdida de Comunica
24/04 - 16:02:11 - Alarma ERTMS N1-Perdida de Comunica
24/04 - 16:02:11 - Alarma ERTMS N1-Perdida de Comunica

123,034 164,245
CSP CVI MOS ALC CSP
LTV

Figura 43. – Imagen EBIScreen con ventana EBIMov en EBISAM Central

- Monitorización remota del servidores EBIPCI-IL: Permite monitorizar el estado del servidor del EBIPCI: Online/Hot-Standby/Offline. Procesos lanzados, memoria consumida.



Figura 44. – Vista estado Enclavamientos en EBIScreen de EBISAM Central

- Gestión de Perfiles y Usuarios: La Aplicación EBISAM tiene posibilidad de configurar diferentes usuarios con un perfil (permisos, restricciones, autoridades, ...) determinado para cada uno de ellos.
- Gestión de Áreas de Autoridad: Existe la posibilidad de definir diferentes Áreas de Autoridad (zonas de control), de manera que sólo los usuarios con una configuración que les permita el acceso a ésta Área de Autoridad, puedan acceder a determinadas funciones y control de dichas áreas.
- Acceso restringido a la Base de Datos: La Aplicación EBISAM estará configurada de forma que se impida la manipulación fortuita o malintencionada de la base de datos.
- Almacenamiento Masivo: Con los medios físicos de almacenamiento que contiene el EBISAM Central se podrá reconstruir estados anteriores, con una antigüedad configurada a 3 meses, de cualquiera de los enclavamientos de la Línea Barcelona-Figueras.



- Acceso a los datos del *EBIRecorder* y mostrarlos por pantalla y ficheros. Comunicación encriptada y segura entre los servidores *EBISAM* - Central, Cliente y *EBIRecorder*. Cumplirá todos los requisitos de seguridad y encriptación de la comunicación entre los tres elementos para evitar posibles deterioros de la información. Protegido ante cualquier tipo de ataque por red: confidencialidad, autenticación, integridad y no repudio.

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento Correctivo de las Instalaciones de Señalización
y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad
Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Jose Luis González Álvarez



Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento de las Instalaciones de Señalización y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras,
de La línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Capítulo 6. Conclusiones



Basándonos en todo lo expuesto en el presente proyecto y teniendo en cuenta el despliegue técnico que requiere una instalación de Alta Velocidad basada en ERTMS Nivel 2, se comprende lo importante que es un buen mantenimiento así como se entiende que, tratándose de un servicio público, la atención de averías (mantenimiento correctivo) trate de ofrecer la máxima calidad ya que de esto depende la seguridad y el confort de los usuarios y además de la conservación de un activo económico tan importante como son las comunicaciones por ferrocarril. Es por todo esto por lo que se extraen del presente documento los siguientes puntos fundamentales:

- ▶ Una distribución geográfica más coherente con el tamaño de la línea mejora ostensiblemente los tiempos de atención en caso de avería, por esto se determina que la Propuesta Alternativa Optimizada detallada en el Capítulo 3.1.3 para la distribución geográfica del personal de mantenimiento es la más acertada ya que sin un sobre coste excesivo ofrece muy altas prestaciones.
- ▶ Por otra parte se concluye que el pilar fundamental en el que se basa el mantenimiento en todas sus modalidades y, sobretudo la que nos ocupa, el mantenimiento correctivo, son los Sistemas de Ayuda al Mantenimiento ya que permiten un diagnóstico más eficiente y preciso, y con esto optimizar los tiempos de reparación al mínimo como se explica en el Capítulo 5.5.

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento Correctivo de las Instalaciones de Señalización
y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad
Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Jose Luis González Álvarez



Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento de las Instalaciones de Señalización y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras,
de La línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Capítulo 7. Glosario de Términos



Término	Descripción
ADIF	<p>Administrador de Infraestructuras Ferroviarias Es una entidad pública empresarial dependiente del Ministerio de Fomento. Adif ejerce un papel principal como dinamizador del sector ferroviario, haciendo del ferrocarril el medio de transporte por excelencia y facilitando el acceso a la infraestructura en condiciones de igualdad.</p>
AEIF	<p>Asociación Europea para la Interoperabilidad Ferroviaria Elabora proyectos de especificaciones técnicas de interoperabilidad (ETI). Esta asociación es un organismo representativo común que reúne a representantes de los gestores de la infraestructura, las empresas ferroviarias y la industria.</p>
ASFA	<p>Anuncio de Señales y Frenado Automático Es un sistema de repetición de señales en cabina con ciertas funciones de control de tren. Se basa en la transmisión puntual vía-locomotora para garantizar el cumplimiento de las órdenes establecidas por las señales convencionales.</p>
ASIC	<p>Application Specific Integrated Circuit <i>Circuito Integrado de Aplicación Específica</i> Es un circuito integrado hecho a la medida para un uso en particular, en vez de ser concebido para propósitos de uso general.</p>
AVE	<p>Alta Velocidad Española</p>
BT	<p>Bombardier Transportation</p>
BVB	<p>Bloqueo de Vía Banalizada Acción de reservar un tramo de la vía denominado cantón para una circulación ferroviaria, evitando que un segundo tren pueda invadirlo mientras el primero no haya superado esa distancia.</p>
CBC	<p>Compact Size Balise Controlled <i>Baliza Controlada de tamaño Compacto</i> Baliza dispuesta para emitir telegramas variables.</p>
CBF	<p>Compact Size Balise Fixed <i>Baliza Fija de tamaño Compacto</i> Baliza programada para emitir un único telegrama invariable.</p>
CE	<p>Comisión Europea</p>
CENELEC	<p>Comité Européen de Normalisation Electrotechnique <i>Comité Europeo de la Estandarización Electrotécnica</i> Es la organización responsable de la estandarización europea en las áreas de ingeniería eléctrica.</p>



Término	Descripción
CETREN	Asociación de Acción Ferroviaria Entidad privada sin ánimo de lucro cuyo objetivo básico es la promoción, fomento y defensa del ferrocarril como modo de transporte, así como facilitar el conocimiento, difusión y divulgación de la tecnología española en materia ferroviaria, potenciando y prestigiando su presencia en ámbitos internacionales.
CLC	Centralizador de LEU's
CM	Centro de Mantenimiento
CRC	Centro de Regulación y Control Centro desde donde se regula la frecuencia de paso de los trenes y demás parámetros para evitar colisiones y cumplir los tiempos de servicio.
CTC	Control de Tráfico Centralizado Centro de mando desde donde se dirige la circulación de la línea.
CV	Circuito de Vía Sistema eléctrico que permite detectar la presencia de un tren en un tramo de vía concreto.
DCC	Detector de Cajas Calientes Aparato destinado a detectar la temperatura de todos los ejes de los vehículos ferroviarios.
DCO	Detector de Caída de Objetos Barreras emisoras y receptoras de haces de radiación que barren el conjunto de vías de la LAV afectadas para lo cual, cada de barrera se ubica en uno de los dos laterales de la plataforma de balasto, perfectamente alineadas: cada emisor alineado con su receptor. Esto permite detectar la presencia de objetos en la vía tales como vehículos que puedan haber caído en un accidente en un paso elevado.
DFA	Detector de Frenos Agarrotados Sistema de detección que, en conjunto con el Detector de Cajas Calientes, permite detectar con antelación posibles problemas de frenado.
DVL	Detector de Viento Lateral Sistema de detección que permite adaptar la velocidad del tren en función del viento.
EBI	European Bombardier Investments
EDB	Eurobalise Driver Board <i>Tarjeta Controladora de Eurobalizas</i>



Término	Descripción
EMSET	Eurocab Madrid-Seville European Tests <i>Pruebas Europeas de Eurocab Madrid-Sevilla</i>
EN	Norma Europea
ENCE	Enclavamiento Electrónico
ERRI	European Rail Research Institute <i>Instituto Europeo de Investigación Ferroviaria</i>
ERTMS	European Rail Traffic Management System <i>Sistema Europeo de Gestión de Tráfico Ferroviario</i> Véase Capítulo 1.2
ERTMS L1	ERTMS Nivel 1 – Véase Capítulo 1.3.1
ERTMS L2	ERTMS Nivel 2 – Véase Capítulo 1.3.2
ERTMS L3	ERTMS Nivel 3 – Véase Capítulo 1.3.3
ET	Especificación Técnica
ETCS	European Train Control System <i>Sistema Europeo de Control de Trenes</i>
ETI	Especificación Técnica de Interoperabilidad
FEU	Field Engineering Unit <i>Unidad de Ingeniería de Campo</i> Software dedicado a la detección de averías en <i>in situ</i> .
FFFIS	Form Fit Function Interface Specification Características o especificaciones físicas, funcionales y de rendimiento que identifican inequívocamente un componente o dispositivo y permiten determinar las posibilidades de intercambio en un sistema
FO	Fibra Óptica



Término	Descripción
FRS	Functional Requirements Specification <i>Especificaciones de Requisitos Funcionales</i>
GSM	Groupe Spécial Mobile <i>Sistema Global de Comunicaciones Móviles</i>
GSM-R	Groupe Spécial Mobile - Railways <i>Sistema Global de Comunicaciones Móviles Ferroviarias</i>
HW	Hardware
IL	InterLocking <i>Enclavamiento</i>
LAV	Línea de Alta Velocidad
LDB	Lamp Detector Board <i>Tarjeta Detectora de Lámpara ó Tarjeta de Entradas</i>
LED	Light Emitting Diode <i>Diodo Emisor de Luz</i>
LEU	Lineside Electronic Unit <i>Unidad Electrónica de Línea</i> Sistema electrónico que sirve de Interfaz entre el campo y el enclavamiento.
LZB	Linienzugbeeinflussung Influencia Lineal en el Tren Sistema Automático de Control del Tren utilizado en ciertas líneas de alta velocidad.
MTTF	Mean Time To Failure <i>Tiempo Medio Hasta Fallo</i>
MTTR	Mean Time To Repair <i>Tiempo Medio Hasta Reparación</i>
OCS	Object Controller System <i>Sistema Controlador de Objetos</i>



Término	Descripción
PC	Personal Computer <i>Ordenador Personal</i>
PCB	Printed Circuit Board <i>Tarjeta de Circuito Impreso</i>
PCE	Puesto de Control de ERTMS
PCI	Puesto de Control de Interfaces
PLO	Puesto Local de Operación
PLO-R	Puesto Local de Operación de Respaldo
PM	Puesto de Mando
PRO	Puesto Regional de Operación
PSU	Power Supply <i>Fuente de Alimentación</i>
PTE	Programming and Testing Equipment for wayside equipment <i>Equipo de Programación y Test para equipamiento de vía</i>
RAM	Reliability, Availability & Maintainability <i>Fiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad</i>
RBC	Radio Block Center <i>Centro de Bloqueo de Radio</i> Determina y transmite una descripción de la vía y autoriza los movimientos, de forma individualizada para cada tren controlado, de acuerdo con el sistema de señalización subyacente. Adicionalmente ofrece al RBC los datos del tren, en especial su posición. Puede incrementarse la velocidad, ya el RBC puede inspeccionar varios cantones.



Término	Descripción
RJU	Registrador Jurídico Compilador de datos del tren. Actúa como 'Caja Negra'.
SAM L1	Sistema de Ayuda al Mantenimiento de Nivel 1
SAM L2	Sistema de Ayuda al Mantenimiento de Nivel 2
SIL	Safety Integrity Level <i>Nivel de Integridad de la Seguridad</i>
SRS	System Requirements Specification <i>Especificaciones de Requisitos del Sistema</i>
SW	Software
TC	Track Circuit <i>Circuito de Vía</i>
UE	Unión Europea
UIC	Union Internationale des Chemins de Fer <i>Unión internacional de los Ferrocarriles</i>
UNISIG	Consortio de suministradores de señalización para la especificación y consolidación de ERTMS/ETCS

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento Correctivo de las Instalaciones de Señalización
y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad
Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Jose Luis González Álvarez



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento Correctivo de las Instalaciones de Señalización
y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad
Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Jose Luis González Álvarez



Ingeniería Técnica Industrial – Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera

Mantenimiento de las Instalaciones de Señalización y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras,
de La línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa

Capítulo 8. Bibliografía



ERTMS – The Official Website

<<http://www.ertms.com>> [Consulta 21 de Abril de 2010]

Traducido por J. Luis González

BOMBARDIER Rail, Control & Solutions

Oferta técnica de las Obras de Ejecución y Realización del Mantenimiento de las Instalaciones Definidas en el “Proyecto Constructivo de las Instalaciones de Señalización, Telecomunicaciones Fijas y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa”. [Madrid, 15 de octubre de 2008]

TIFSA

Pliego de condiciones técnicas particulares para el mantenimiento de las instalaciones definidas en el proyecto: “Proyecto Constructivo de las Instalaciones de Señalización, Telecomunicaciones Fijas y Elementos Asociados para el Tramo Barcelona – Figueras, de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Zaragoza – Barcelona – Frontera Francesa”. [Madrid, 11 de mayo de 2007]

EUROPA – El Portal de la Unión Europea

Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo sobre el despliegue del sistema europeo de señalización ferroviaria ERTMS/ETCS [COM (2005) 298 final - no publicada en el Diario Oficial.

<http://europa.eu/legislation_summaries/transport/rail_transport/l24458_es.htm>

Revista VíaLibre.

El Sistema de Gestión Europea de la Circulación Ferroviaria, ERTMS

<<http://www.vialibre-ffe.com/noticias.asp?not=199&cs=alta>>

[Publicación Web: 11 de mayo de 2005].

Wikipedia – La enciclopedia libre

Señales ferroviarias

<http://es.wikipedia.org/wiki/Se%C3%B1al_ferroviaria> [Consulta: 22 de abril de 2010]

Mantenimiento Correctivo

<http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_correctivo> [Consulta: 22 de abril de 2010]