FUNDACIÓN DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES

colección TESIS DOCTORALES
INGENIERÍA /ARQUITECTURA

ASPECTOS INGENIERILES Y TÉCNICOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA FERROVIARIA DE MERCANCÍAS DE ALTAS PRESTACIONES EN EXTREMADURA Y SU EFECTO EN LA COMPETITIVIDAD ECONÓMICA EXTREMEÑA

Juan Francisco Coloma Miró

Dirigida por Antonio Díaz Parralejo y Montaña Jiménez Espada

Departamento de Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales
Escuela de Ingenierías Industriales

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Cáceres, 2015

INGENIERÍA / ARQUITECTURA

COLECCIÓN
TESIS DOCTORALES

INGENIERÍA / ARQUITECTURA

ASPECTOS INGENIERILES Y TÉCNICOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA FERROVIARIA DE MERCANCÍAS DE ALTAS PRESTACIONES EN EXTREMADURA Y SU EFECTO EN LA COMPETITIVIDAD ECONÓMICA EXTREMEÑA

Juan Francisco Coloma Miró

Dirigida por Antonio Díaz Parralejo y Montaña Jiménez Espada

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE LOS MATERIALES

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Cáceres, 2015

COLECCIÓN TESIS DOCTORALES

INGENIERÍA / ARQUITECTURA

La Fundación de los Ferrocarriles Españoles pone a disposición del público la **Colección de Tesis Doctorales** sobre el ferrocarril, con el objetivo fundamental de contribuir a la difusión de la investigación universitaria sobre esta materia y facilitar el acceso libre y gratuito a las investigaciones de los autores, aportando así una información muy valiosa y especializada y contribuyendo, al mismo tiempo, a la preservación de estos trabajos. Con ello, además, se da visibilidad a esta producción intelectual. La Fundación aspira a que su repositorio sea lo más amplio posible y que estén representados en él todos los ámbitos de investigación del ferrocarril.

La **Colección de Tesis Doctorales** se clasifica en tres ramas, en función de su temática:

- Ingeniería y Arquitectura
- Humanidades
- Economía y Regulación

ASPECTOS INGENIERILES Y TÉCNICOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA FERROVIARIA DE MERCANCÍAS DE ALTAS PRESTACIONES EN EXTREMADURA Y SU EFECTO EN LA COMPETITIVIDAD ECONÓMICA EXTREMEÑA

La tesis doctoral realiza un estudio técnico profundo de la red ferroviaria convencional extremeña, que permite conocer y valorar las actuaciones que son necesarias para convertirla en corredor de mercancías de altas prestaciones. Por otro lado, lleva a cabo un análisis ambiental y económico riguroso de la rentabilidad de esta infraestructura, que pueda servir de base en la toma de decisiones de futuras inversiones públicas.

Juan Francisco Coloma Miró es doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, profesor de la Universidad de Extremadura, investigador responsable y coordinador del Grupo de Investigación Betancourt y miembro de la Asociación Científica “Foro de Ingeniería del Transporte” (FIT). Además, tiene varias publicaciones en revistas científicas relacionadas con el transporte. Es investigador principal del Convenio UEX-Gobierno de Extremadura, dotado con 60.000 € de presupuesto, para la realización del Proyecto de Investigación sobre la Línea Ferroviaria Extremeña. También es autor de numerosos proyectos de carreteras y autovías en Extremadura, como la A-58, la EX-A1, la EX-A4, y la Ronda Sur de Badajoz.

ISBN: 978-84-943462-9-3

Depósito legal: M-42752-2016

Fundación de los Ferrocarriles Españoles – 2016

Impresión: Printhaus, S.L.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS 11
RESUMEN 13
ABSTRACT 15
INTRODUCCIÓN 17
OBJETIVOS 17
METODOLOGÍA 17
Ingeniería 17
Estudio del Impacto Socioeconómico 18
Estudio Medioambiental 18
EL CORREDOR FERROVIARIO DE MERCANCÍAS MANCHEGO-EXTREMEÑO (COFEMANEX). ÁMBITO GEOGRÁFICO 19
1.- ESTADO DEL ARTE 23
1.1.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA LÍNEA DE FERROCARRIL CIUDAD REAL-BADAJOZ 23
1.1.1.- Construcción y puesta en servicio de la línea Ciudad Real Badajoz 1856-1866 23
1.1.2.- Madrid-Zaragoza-Alicante. (MZA). Explotación de 1898-1936 31
1.1.3.- MZA. La Guerra Civil (1936-1939) y la integración en Renfe (1941) 32
1.1.4.- Renfe 1941 – 1959 34
1.1.5.- Renfe 1960 – 1989 35
1.1.6.- Renfe. 1991 – 2005 38
1.1.7.- Renfe Operadora 2005 – 2014 40
1.1.8.- Administrador de infraestructuras ferroviarias. ADIF. 2005 – 2014 42
1.2.- EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE FERROVIARIO EN EXTREMADURA. PERIODO 2000-2014 48
1.2.1.- Periodo 2000-2004: Situación crítica 48
1.2.2.- Convenio con el Ministerio de Fomento y Adif. 2004 49
1.2.3.- Convenio con Renfe Operadora 2005-2009 50
1.2.4.- Convenio Fomento-Adif. Prórroga 2009-2012 59
1.2.5.- Estado actual de la red ferroviaria de Extremadura. Año 2014 63
1.2.6.- Badajoz-Puertollano (Cofemanex). La alternativa de Brazatortas 64
1.2.7.- Fin del convenio con Renfe y nuevo deterioro del servicio. 2009 65
1.2.8.- Pérdida de trenes de larga distancia 66
1.2.9.- Necesidad de un plan mejora del transporte ferroviario 68
1.3.- PLAN DE OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DEL TRANSPORTE FERROVIARIO EN EXTREMADURA. AÑO 2012 69
1.3.1.- Introducción 69
1.3.2.- Antecedentes 69
1.3.3.- Nuevas Obligaciones de Servicio Público 70
1.3.4.- Situación del servicio ferroviario antes del ajuste 71
1.3.5.- Objetivos del Plan de Optimización 71
1.3.6.- Deficiencias del antiguo servicio ferroviario 72
1.3.7.- Medidas adoptadas para mejorar el servicio ferroviario 73
1.3.8.- Articulación del servicio ferroviario sobre la población 77
1.3.9.- Nuevo Convenio con Renfe Operadora. Año 2012 81
1.4.- LA RED TRANSEUROPEA DE TRANSPORTES (RTE-T) 85
1.4.1.- Historia de la red transeuropea de transportes (RTE-T) 85
1.4.2.- La nueva política de infraestructuras de transporte de la Unión Europea 98
1.4.3.- Red Transeuropea de Transporte. Desarrollo 2014-2020 106
1.4.4.- Corredores prioritarios en España 113

1.4.5.- Reflexiones sobre la selección de los corredores de la “Red Básica” pertenecientes a la RTE-T 124
1.5.- ANÁLISIS DEL EJE FERROVIARIO DE MERCANCÍAS BADAJOZ-PUERTOLLANO (COFEMANEX) Y LA RED TRANSEUROPEA DE TRANSPORTE 126
1.5.1.- Ventajas del Corredor Central 128
1.5.2.- Canal de Panamá 132
1.5.3.- El puerto de Sines 133
1.5.4.- Plataforma logística del Suroeste Europeo (Badajoz) 136
1.5.5.- Desarrollo del Corredor Central 137
1.5.6.- Situación actual de las infraestructuras del Corredor Central 141
1.5.7.- Nuevo modelo de desarrollo de la línea de Alta Velocidad de Extremadura 147
1.6.- INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE INTERMODAL 152
1.6.1.- Concepto de transporte intermodal 152
1.6.2.- Concepto de logística 153
1.6.3.- Encuadre jurídico y administrativo. Competencias y legislaciones en la Unión Europea 153
1.6.4.- Competencias y legislaciones en España. Ministerio de Fomento 155
1.6.5.- Estrategia logística de la Unión Europea 159
1.6.6.- Estrategia logística de España 160
1.7.- DEMANDA DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA 168
1.8.- TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR CARRETERA EN ESPAÑA 170
1.9.- TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR CARRETERA EN EXTREMADURA 177
1.10.- TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR FERROCARRIL EN ESPAÑA 189
1.11.- TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR FERROCARRIL EN EXTREMADURA 197
1.12.- TRANSPORTE DE VIAJEROS POR CARRETERA EN ESPAÑA Y EXTREMADURA 200
1.13.- TRANSPORTE DE VIAJEROS POR FERROCARRIL EN EXTREMADURA 205
1.14.- CIRTRA 208
1.15.- SERVICIOS FERROVIARIOS DE MEDIA DISTANCIA QUE SE RIGEN POR OBLIGACIONES DE SERVICIO PÚBLICO 210
1.15.1.- Servicios ferroviarios de media distancia interregionales 211
1.15.2.- Servicios ferroviarios de media distancia regionales 212
1.15.3.- Análisis oferta - demanda de los servicios ferroviarios de media distancia 213
1.16.- ESTUDIO DE COSTES DE UNA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA 220
1.16.1.- Infraestructura 220
1.16.2.- Superestructura 221
1.16.3.- Señalización 222
1.16.4.- Electrificación de la línea 222
1.17.- COSTES DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD MADRID-EXTREMADURA. 222
PARTE I. INGENIERÍA 229
2.- ANÁLISIS DEL SISTEMA FERROVIARIO EN EL CORREDOR 229
2.1.- EL SISTEMA FERROVIARIO EXTREMEÑO 229
2.1.1.- Antecedentes históricos 229
2.1.2.- Situación a octubre de 2014 de la red ferroviaria extremeña 235
2.2.- FERROCARRIL PUERTOLLANO-BADAJOZ. COFEMANEX 238
2.3.- INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA. ANÁLISIS POR TRAMOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y ACTUACIONES EN EJECUCIÓN 239
2.3.1.- Puertollano-Brazatortas (PP.KK. 213/700-232/600) 239
2.3.2.- Brazatortas-Caracollera (PP.KK. 232/600-247/500) 241

2.3.3.- Caracollera-Guadálmez Pedroches (PP.KK. 247/500 – 294/300) 242
2.3.4.- Guadálmez Pedroches-Cabeza del Buey (PP.KK. 294/300-325/300). 243
2.3.5.- Cabeza del Buey-Castuera (PP.KK. 325/300-356/000) 246
2.3.6.- Castuera-Villanueva de la Serena (PP.KK. 356/000-394/100).....247
2.3.7.- Villanueva de la Serena-Mérida (PP.KK. 394/100-453/000) 249
2.3.8.- Mérida-Aljucén (PP.KK. 453/000-459/100) 252
2.3.9.- Aljucén-Badajoz (PP.KK. 459/100-512/300) 253
2.3.10.- Limitaciones de velocidad existentes a suprimir 257
2.3.11.- Conclusiones sobre las actuaciones y mejoras pendientes 258
2.4.- CONDICIONANTES INFRAESTRUCTURALES Y DE EXPLOTACIÓN PARA EL TRANSPORTE DE VIAJEROS Y MERCANCÍAS.....261
2.4.1.- Especificación técnica de interoperabilidad (ETI) del subsistema de infraestructura del sistema ferroviario transeuropeo. Comparativa con la Norma Renfe Vía (NAV) 261
2.4.2.- Criterios marcados por el Ministerio de Fomento para diseñar infraestructuras ferroviarias que aumentan la competitividad de las mercancías. 11 de julio de 2011.....270
2.4.3.- Carga por eje y carga lineal de la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG) gestionada por Adif.....273
2.5.- TRAZADO EN PLANTA DEL COFEMANEX.....274
2.5.1.- Introducción.....274
2.5.2.- Descripción del trazado en planta 277
2.5.3.- Cálculo de las velocidades máximas.....278
2.5.4.- Tabla descriptiva del trazado en planta de la parte extremeña del Cofemanex 287
2.5.5.- Resultados del trazado en planta 293
2.5.6.- Conclusiones del trazado en planta 298
2.6.- TRAZADO EN ALZADO DEL COFEMANEX 304
2.6.1.- Introducción.....304
2.6.2.- Descripción del trazado en alzado. Rampas características.....306
2.6.3.- Carga máxima en función de la rampa característica 307
2.6.4.- Cálculo de las velocidades máximas.....309
2.6.5.- Tabla descriptiva del trazado en alzado de la parte extremeña del Cofemanex 309
2.6.6.- Resultados del trazado en alzado 312
2.6.7.- Conclusiones del trazado en alzado.....315
2.7.- GÁLIBOS DE LA LÍNEA COFEMANEX 317
2.7.1.- Introducción. Gálibos de la Norma UNE-EN 15273-3:2009 para las líneas ferroviarias españolas.....317
2.7.2.- Medida de los gálibos de las estructuras 323
2.7.3.- Gálibos verticales 324
2.7.4.- Gálibos horizontales 324
2.7.5.- Aparato de medida 326
2.7.6.- Tipología de estructuras en el Cofemanex.....327
2.7.7.- Gálibos existentes y estado de conservación de las estructuras extremeñas del Cofemanex 334
2.7.8.- Resultados de los gálibos existentes y estado de conservación de las estructuras extremeñas del Cofemanex.....336
2.7.9.- Conclusiones sobre los gálibos de las estructuras en el Cofemanex 340
2.8.- SUPERESTRUCTURA DE LA LÍNEA COFEMANEX 344
2.8.1.- Balasto.....344
2.8.2.- Traviesas y sujeciones 351
2.8.3.- Carril 365
2.8.4.- Aparatos de vía 377

2.8.5.- Tabla resumen de la superestructura en el Cofemanex 386
2.8.6.- Resultados del estudio de la superestructura del Cofemanex 387
2.8.7.- Conclusiones sobre la superestructura en el Cofemanex 389
2.9.- ESTACIONES DE VIAJEROS Y MERCANCÍAS EN EL COFEMANEX 391
2.9.1.- Distancias kilométricas existentes entre las estaciones de la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG) de Adif..... 391
2.9.2.- Estaciones de viajeros de la RFIG 393
2.9.3.- Estaciones de mercancías de la RFIG 394
2.9.4.- Descripción de las estaciones existentes en el Cofemanex..... 398
2.9.5.- Infraestructuras ferroviarias de titularidad privada. Apartaderos 443
2.9.6.- Longitudes máximas de trenes..... 446
2.9.7.- Conclusiones sobre las estaciones y longitudes máximas de trenes..... 449
2.10.- MATERIAL RODANTE EN EL COFEMANEX..... 452
2.10.1.- Trenes de viajeros 453
2.10.2.- Automotor diésel R-598 456
2.10.3.- Automotor diesel S-599 465
2.10.4.- Locomotora de mercancías de Renfe Serie 333 472
2.10.5.- Vagones de mercancías en el Cofemanex..... 477
2.10.6.- Trenes de mercancías en el Cofemanex..... 492
2.10.7.- Conclusiones sobre el material rodante 497
2.11.- SEÑALIZACIÓN, INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y TIPO DE BLOQUEOS EN EL COFEMANEX 499
2.11.1.- Señalización del Cofemanex 499
2.11.2.- Instalaciones de seguridad 515
2.11.3.- Sistemas de Bloqueo..... 517
2.11.4.- Sistemas Automáticos de Protección del tren 523
2.11.5.- Control y Gestión de Tráfico 524
2.11.6.- Sistemas de Comunicaciones 525
2.11.7.- Conclusiones sobre la señalización, sistemas de seguridad y tipos de bloqueo existentes en el Cofemanex..... 527
2.12.- PASOS A NIVEL EN EL COFEMANEX 530
2.12.1.- Tipo de pasos a nivel existentes en el Cofemanex 530
2.12.2.- Conclusiones sobre los pasos a nivel existentes en el Cofemanex 533
2.13.- SUMINISTRO ELÉCTRICO AL COFEMANEX 537
2.13.1.- Catenarias 537
2.13.2.- Tipos de electrificación 543
2.13.3.- Electrificación de la RFIG de Adif 547
2.13.4.- Estaciones de energía renovable en Extremadura..... 548
2.13.5.- Conclusiones sobre el suministro de energía eléctrica al Cofemanex 556
3.- PRINCIPALES NODOS Y CENTROS DE ACTIVIDAD DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN EL COFEMANEX..... 559
3.1.- SITUACIÓN ACTUAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS LOGÍSTICAS EN EXTREMADURA 559
3.2.- DESARROLLO DE LAS INFRAESTRUCTURAS LOGÍSTICAS EN EXTREMADURA. NECESIDADES Y OBJETIVOS A CORTO, MEDIO Y LARGO PLAZO 567
3.2.1.- Actuaciones a corto plazo..... 571
3.2.2.- Actuaciones a medio plazo..... 572
3.2.3.- Actuaciones a largo plazo..... 573
3.3.- CENTRO LOGÍSTICO DE SAN LÁZARO (MÉRIDA)..... 575
3.4.- PLATAFORMA LOGÍSTICA DEL SUROESTE EUROPEO (BADAJOZ) 577
3.4.1.- Descripción de la actuación..... 577
3.4.2.- Conexiones ferroviarias..... 581
3.4.3.- Estudio funcional 581

3.4.4.- Descripción de la solución propuesta a la conexión ferroviaria.....584
3.5.- EXPACIOMÉRIDA.....586
3.5.1.- Potencialidades.....587
3.5.2.- Conexiones ferroviarias.....588
3.5.3.- Estudio funcional.....589
3.5.4.- Descripción de la solución propuesta a la conexión ferroviaria.....593
4.- FLUJOS DE VIAJEROS Y MERCANCÍAS EN EL cofemANex.....595
4.1.- TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN EL COFEMANEX.....595
4.2.- PROBLEMAS EN EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS A TRAVÉS DE LA LÍNEA MIXTA DE ALTAS PRESTACIONES MADRID-BADAJOZ.....600
4.3.- PLAN ESTRATÉGICO PARA EL IMPULSO DEL TRANSPORTE FERROVIARIO DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA.....601
4.3.1.- Escenario de captación para el transporte ferroviario en vagón convencional.....601
4.3.2.- Escenario de captación para el transporte ferroviario intermodal.....605
4.4.- ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA POTENCIAL DEL COFEMANEX.....611
4.4.1.- Trasvase Modal Carretera Ferrocarril.....612
4.4.2.- Metodología del modelo de redistribución modal.....618
4.4.3.- Prognosis de tráficos. Demanda futura.....621
4.4.4.- Conclusiones de la demanda potencial del Cofemanex.....625
4.5.- CAPACIDAD DEL COFEMANEX.....627
4.5.1.- Conclusiones de la capacidad existente en el Cofemanex.....638
4.6.- TRANSPORTE DE VIAJEROS POR FERROCARRIL EN EL COFEMANEX 639
4.6.1.- Malla Gráfica de los trenes en el Cofemanex.....650
4.7.- CONCLUSIONES DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS Y VIAJEROS EN EL COFEMANEX.....657
5.- CONCLUSIONES DE INGENIERÍA. PROGRAMA DE INVERSIONES.....661
5.1.- ACTUACIONES NECESARIAS EN EL CORREDOR FERROVIARIO DE MERCANCÍAS MANCHEGO-EXTREMEÑO (COFEMANEX).....661
5.1.1.- Actuaciones necesarias sobre el trazado en planta.....661
5.1.2.- Actuaciones necesarias sobre el trazado en alzado.....661
5.1.3.- Actuaciones necesarias sobre las estructuras del Cofemanex.....662
5.1.4.- Actuaciones necesarias sobre la superestructura en el Cofemanex.....663
5.1.5.- Actuaciones necesarias en las estaciones y apartaderos del Cofemanex.....664
5.1.6.- Actuaciones sobre los sistemas de seguridad y bloqueos del Cofemanex.....665
5.1.7.- Actuaciones sobre los pasos a nivel existentes en el Cofemanex.....667
5.1.8.- Actuaciones necesarias para la electrificación del Cofemanex.....668
5.2.- RESUMEN DE ACTUACIONES NECESARIAS EN EL CORREDOR FERROVIARIO DE MERCANCÍAS EXTREMEÑO (COFEMANEX). FASES DE EJECUCIÓN.....668
5.2.1.- 1ª Fase. Puesta en servicio del corredor de mercancías.....668
5.2.2.- 2ª Fase. Tren de mercancías de altas prestaciones. Electrificación de la línea.....669
5.3.- PROGRAMACIÓN DE LA INVERSIÓN.....670
5.3.1.- 1ª Fase. Puesta en servicio del corredor de mercancías. Periodo 2014-2016.....670
5.3.2.- 2ª Fase. Tren de mercancías de altas prestaciones. Electrificación de la línea. Período 2017-2021.....674
5.3.3.- Inversión global del Cofemanex. Periodo 2014-2021.....676
PARTE II. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.....681
6.- MODELO DE IMPACTO SOCIOECONÓMICO.....681
6.1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....681

6.2.- METODOLOGÍA. EL MODELO INPUT-OUTPUT DE DEMANDA 682
6.2.1.- Cuestiones previas 682
6.2.2.- Descripción básica del Modelo Input-Output 683
6.2.3.- Precisiones metodológicas 685
6.3.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE PARTIDA 686
6.3.1.- Fase de Construcción: inversiones y supuestos a considerar 687
6.3.2.- Fase de Explotación: facturación, inversiones y supuestos a considerar 689
6.4.- DISEÑO DEL ESCENARIO MACROECONÓMICO DE REFERENCIA 692
6.4.1.- Proyección de variables Extremadura: claves y supuestos 693
6.5.- IMPACTO SOCIOECONÓMICO. ESTIMACIÓN DE EFECTOS 695
6.5.1.- Efectos Directos 695
6.5.2.- Efectos Indirectos 696
6.5.3.- Efectos Inducidos 698
6.5.4.- Impacto socioeconómico. Herramienta de Simulación 700
6.6.- PRINCIPALES RESULTADOS 701
7.- CONCLUSIONES DEL ESTUDIO SOCIOECONÓMICO 703
7.1.- EFECTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN 703
7.2.- EFECTOS SOBRE EL VAB (RENTA GENERADA) 704
7.3.- EFECTOS SOBRE EL EMPLEO 704
7.4.- EFECTOS FISCALES 706
PARTE III. ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL 709
8.- CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL COFEMANEX 709
8.1.- INTRODUCCIÓN 709
8.2.- OBJETIVOS 709
8.3.- METODOLOGÍA 709
8.4.- RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL 709
8.5.- CONCLUSIONES 715
9.- EMISIONES DE CO2 717
9.1.- INTRODUCCIÓN 717
9.2.- OBJETIVOS 718
9.3.- METODOLOGÍA 718
9.4.- DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN SIN LA MEJORA DEL COFEMANEX 719
9.4.1.- Flujos actuales de mercancías en modo carretera 719
9.4.2.- Flujos actuales de mercancías en modo ferroviario 722
9.5.- DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN CON LA MEJORA DEL COFEMANEX 723
9.6.- CÁLCULO DEL AHORRO DE EMISIONES DE CO_2 725
9.6.1.- Factores de emisión del modo carretera 725
9.6.2.- Factores de emisión del modo ferroviario 727
9.6.3.- Factor de emisión por consumo de potencia eléctrica en Extremadura 737
9.7.- RESULTADOS. AHORRO DE EMISIONES DE CO_2 738
9.8.- RESULTADOS. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AHORRO DE EMISIONES DE CO_2 745
10.- CONCLUSIONES DEL ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL 750
11.- FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN 751
11.1.- LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA PARTE DE INGENIERÍA 751
11.1.1.- Estimación de la demanda potencial del Cofemanex 751
11.1.2.- Carga por eje y carga lineal real del Cofemanex 752
11.1.3.- Estudio de otras lineas ferroviarias extremeñas 753
11.2.- LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA PARTE DEL ESTUDIO SOCIOECONÓMICO 753
11.2.1.- Generación de tablas Input-Output actualizadas en Extremedura 753

11.3.- LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA PARTE DEL ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL 754
12.- BIBLIOGRAFÍA....755
12.1.- NORMATIVA EUROPEA....755
12.2.- NORMATIVA ESPAÑOLA....757
12.3.- FUNDACIÓN TRANSPIRENAICA....758
12.4.- FERROCARRILES....758
12.5.- EJE 16 Y CILSIBA....764
12.6.- FERRMED Y EJE ATLÁNTICO....765
12.7.- TRANSPORTE Y LOGÍSTICA....765
12.8.- ECONOMÍA....766
12.9.- ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE....767
12.10.- TESIS, PROYECTOS FIN DE CARRERA....768
12.11.- OTROS CURSOS Y JORNADAS....770
12.12.- WEBS CONSULTADAS....770
13.- ABREVIATURAS....773
14.- ÍNDICE DE LOS ELEMENTOS INSERTADOS EN LA TESIS DOCTORAL....777
14.1.- ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS....777
14.2.- ÍNDICE DE ILUSTRACIONES....785
14.3.- ÍNDICE DE GRÁFICOS....785
14.4.- ÍNDICE DE TABLAS....791
14.5.- ÍNDICE DE ECUACIONES....795

ANEXOS

ANEXO I. LISTADOS GENERADOS EN EL ANÁLISIS DEL SISTEMA FERROVIARIO DEL COFEMANEX
ANEXO II: ELEMENTOS SINGULARES DEL COFEMANEX
ANEXO III: RUTÓMETRO DEL COFEMANEX
ANEXO IV. FICHAS DE ESTRUCTURAS DEL COFEMANEX
ANEXO V. CONDICIONANTES INFRAESTRUCTURALES Y DE EXPLOTACIÓN DEL COFEMANEX
ANEXO VI. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL COFEMANEX

Los anexos de esta tesis doctoral se pueden descargar en pdf de www.tecnica-vialibre.es

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

- ***Reconocimientos***

La Consejería de Fomento, de la Junta de Extremadura y la Universidad Reconocimientos

La Consejería de Fomento, de la Junta de Extremadura y la Universidad de Extremadura han firmado en 2014 un ***Convenio de Colaboración*** para "*el desarrollo de un Proyecto de Investigación sobre la adaptación de la línea ferroviaria existente, Ciudad Real-Badajoz, en su trazado extremeño, a una línea de mercancías de altas prestaciones en Extremadura y el análisis de los efectos ambientales y socioeconómicos en la región extremeña".* El Investigador Principal es Juan Francisco Coloma Miró, autor de esta tesis doctoral.

La tesis doctoral se redacta en cumplimiento del apartado 7 de la segunda estipulación del Convenio "*Obligaciones de las partes*", donde se indica que la Universidad de Extremadura realizará una tesis doctoral con los resultados del Proyecto de Investigación.

- ***Agradecimientos***

Quiero agradecer a Víctor Del Moral Agúndez, Consejero de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo y a Miguel Ángel Rufo Cordero, Director General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo, la confianza que han tenido desde el primer momento en mi propuesta, para la realización del Proyecto de Investigación cuyo resultado final es esta tesis doctoral.

También es necesario hacer mención a Victoriano González Acedo, Jefe de Servicio de Ordenación del Territorio y a Juan David Gallardo Jiménez, Técnico Asesor en materia de Ferrocarriles del Gobierno de Extremadura, por su disposición y ayuda para que el Proyecto de Investigación culminara de forma exitosa.

La tesis doctoral tiene tres partes diferentes: ingeniería, estudio socioeconómico y estudio medioambiental. En todas ellas se ha recibido asesoramiento técnico y apoyo.

En la parte de ingeniería se ha contado con la asesoría de Paloma Paco Gómez, Ingeniera de Caminos responsable de la Red Ferroviaria Convencional de Adif en Extremadura. También ha sido muy importante la ayuda del técnico Isidoro Miguel Orovengua de Ineco, cuyos servicios tiene contratados Adif.

Para el estudio socioeconómico se ha recibido la asesoría de la empresa especialista *"Consultrans".*

El estudio ambiental se ha realizado con el asesoramiento técnico del Ingeniero Agrónomo Tomás González Moreno.

Para la documentación gráfica se ha contado con la ayuda del Arquitecto Ignacio Dols Juste.

También quiero resaltar la ayuda y buena disposición que he recibido en todo momento de mis directores de la tesis doctoral, los doctores Antonio Díaz Parralejo y Montaña Jiménez Espada. Quiero agradecerles que hayan podido compatibilizar sus cargos de alta responsabilidad con la dirección de esta tesis.

A Angel Luis Ortiz Seco por el año que estuvo dirigiendo la tesis.

A Agustín Matías Sánchez, Director del Departamento de Construcción, por apoyar este trabajo y contribuir en su éxito.

No me quiero olvidar de las personas que han aportado, de forma desinteresada, fotografías y documentación gráfica. Todas ellas se incluyen como fuente en los pies de foto, pero quiero resaltar la amabilidad y buena disposición que ha existido siempre para poder incluir estas fotos. Aunque es muy variada la procedencia de estas personas,

quiero resaltar la que más ha aportado a la tesis, que es el foro ferroviario "*Forotrenes*". Muchas gracias a todos por ayudarme a ilustrar mejor esta tesis doctoral.

Quiero ahora agradecer a mi mujer Marta, todo el esfuerzo y dedicación que ha tenido durante la realización de esta tesis doctoral, haciéndose cargo de nuestros tres hijos y compatibilizando su actividad docente e investigadora. Sin ella hubiera sido imposible completar con éxito este trabajo.

Por último quiero también destacar a mi padre y al que ejerce de padre en Extremadura, mi querido tío Fernando. Gracias a ellos he heredado la vocación del ingeniero de Caminos. Sin ellos seguramente no sería lo que soy hoy. Muchas gracias a los dos.

Esta tesis va dedicada a todas las personas que defienden el transporte ferroviario y sobretodo las líneas férreas convencionales. Ojalá sirva para que las inversiones ferroviarias previstas por las distintas administraciones, no se centren de forma exclusiva en la alta velocidad, sino que se reparta de forma más equitativa y justa en las otras líneas que demandan de esa inversión, como es la línea convencional Badajoz-Puertollano.

«La lectura es el viaje de los que no pueden tomar el tren».

Francis de Croisset

RESUMEN

En los Reglamentos 1315/2013 y 1316/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2013, se establece un vuelco radical en los ejes prioritarios de la Red Transeuropea de Transportes, pasando de los 30 ejes propuestos en 2010 a 9 para el período 2014-2020.

En dichos Reglamentos, el Eje 16 desaparece como eje de la Red Básica, disgregándose en tramos, bien asignados a otros ejes prioritarios, bien asignados a la Red Global, de ejecución prevista hasta 2050.

La ampliación del Canal de Panamá prevista en 2017, va a aumentar previsiblemente el tráfico de grandes buques de mercancías que provienen de los grandes puertos asiáticos, con lo que la ruta de entrada-salida por la península ibérica, ganará mucho volumen de mercancías. Los puertos de Sines y Algeciras serán los principales beneficiarios.

Para optimizar el traslado de las mercancías desde el puerto de Sines hacia Europa se va a requerir que Extremadura posea una infraestructura ferroviaria de mercancías que permita la circulación de ferrocarriles de altas prestaciones. La construcción de la línea mixta de Alta Velocidad Extremeña (Madrid-Badajoz por Cáceres) soluciona provisionalmente el problema, ya que la convivencia de las dos tipologías de tráficos (viajeros y mercancías) podrá llevarse de forma eficiente hasta la puesta en servicio de la línea de alta velocidad Madrid-Lisboa. En ese momento será necesario desviar las mercancías por otro corredor alternativo que sería el eje Mérida-Puertollano perteneciente al Corredor Central de la Red Transeuropea de Transporte o antiguo Eje-16.

Este corredor de mercancías se hace aún más necesario si se piensa en el problema que existe en la actualidad a la altura de Pantoja (Toledo) donde está prevista la conexión de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura y La Línea de Alta Velocidad Madrid-Andalucía. La primera de ellas es mixta, es decir permite la circulación de viajeros y mercancías, sin embargo la segunda es de uso exclusivo de viajeros.

Además, una vez conocidas las inversiones de más de 1.000 millones de euros que el Gobierno de Portugal va a realizar junto a Europa en la línea ferroviaria de tráfico mixto Sines-Caia, y conociendo los plazos previstos de ejecución y puesta en servicio (2015-2019), es muy previsible que el corredor Badajoz-Puertollano sea necesario de forma inmediata para dar solución al nuevo transporte de mercancías demandado, sin necesidad de esperar a que se resuelven los problemas de conexión entre las líneas de alta velocidad españolas.

Es importante resaltar que este corredor alternativo de mercancías permite el acceso directo al puerto de Algeciras por Puertollano y a los puertos del Mediterráneo por Alcázar de San Juan, sin necesidad de entrar en Madrid, con los ahorros de tiempo y de gestión que eso conlleva.

Ante esa tesitura, se propone realizar un estudio exhaustivo de la situación actual de la red ferroviaria extremeña, que permita planificar por un lado, las actuaciones necesarias para convertir esta red en una ferroviaria de mercancías de altas prestaciones, y por otro, cuantificar y programar en el tiempo, las inversiones que por parte de la administración, se requieren para poderlas llevar a cabo.

Paralelamente se quiere realizar un estudio económico que permita en primer lugar evaluar la contribución de la infraestructura del corredor ferroviario de mercancías de altas prestaciones en su fase de construcción a la producción y empleo regionales. Posteriormente este estudio se completará con la valoración de los efectos que podría inducir la entrada en funcionamiento de esta nueva infraestructura sobre la competitividad, la productividad y el empleo de la comunidad extremeña.

El estudio se completa con un análisis ambiental donde se modelizan las emisiones de CO_2 y se cuantifica el ahorro económico que la reducción de emisiones produce a la administración.

En resumen, lo que se pretende es llevar a cabo un **estudio técnico profundo de la red ferroviaria convencional extremeña, que permita conocer y valorar las actuaciones que son necesarias para convertirla en una red ferroviaria de mercancías de altas prestaciones, y posteriormente, realizar un análisis ambiental y económico riguroso de la rentabilidad de esta infraestructura, que pueda servir de base en la toma de decisiones de las futuras inversiones públicas.**

ABSTRACT

In the Regulations 1315/2013 and 1316/2013 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2013, a radical shift is set to the priorities of the Trans-European Network for Transport, from 30 axes proposed in 2010 to 9 in 2014-2020.

In these Regulations , the 16th Axis disappears as the axis of the core network , disintegrating into sections, either assigned to other priorities , correctly allocated to the global network , executing scheduled until 2050 .

The Panama Canal expansion expected in 2017, will likely increase traffic of large ships goods coming from major Asian ports, whereby the input-output path for the Iberian Peninsula, gain much volume of goods. The ports of Sines and Algeciras will be the main beneficiaries.

To optimize the transfer of goods from the port of Sines to Europe will require Extremadura possesses a freight rail infrastructure to permit the movement of high performance railways. The construction of the Mixed High Speed Line Extremadura (Madrid- Badajoz by Cáceres) temporarily solve the problem, since the coexistence of two types of traffic (passengers and freight) can be efficiently to the commissioning of the line high- speed Madrid- Lisbon. It will then be necessary to divert the goods by an alternative corridor that would be the Mérida- Puertollano axis belonging to the Central Corridor of the Trans-European Transport Network or former 16th Axis.

This freight corridor makes even more necessary if you think the problem that exists today at the height of Pantoja (Toledo) where the connection of the high speed line Madrid- Extremadura and the high speed line Madrid -Andalucía. The first is mixed, and it allows the movement of passengers and goods, but the second is for the exclusive use of travelers.

Furthermore, once known investment of over 1,000 million euros that the Government of Portugal will perform alongside Europe in mixed traffic railway line Sines- Caia, and meeting the deadlines for implementation and commissioning (2015 - 2019) , it is very likely that the broker Badajoz- Puertollano needed immediately to solve the new goods transport defendant , without waiting for connection problems are resolved between the Spanish high speed lines.

Importantly, this alternative freight corridor allows direct access to the port of Algeciras from Puertollano and Mediterranean ports from Alcázar de San Juan, without entering in Madrid, with time savings and management that entails.

Given this situation, it is proposed to conduct a comprehensive study of the current situation of Extremadura rail network , which to plan one hand, the actions necessary to convert this network in a railway freight high performance , and secondly, quantify and schedule in time, the investments by the administration, they can be required to perform.

In parallel we want to conduct an economic study to first assess the contribution of the infrastructure of rail freight corridor high performance in the construction phase to production and regional employment. Later this study will be completed with the assessment of the effects that could induce the coming into operation of this new infrastructure on competitiveness, productivity and employment in the community of Extremadura.

The study is completed by an environmental analysis where CO_2 emissions are modeled and quantified cost savings that reducing emissions produced administration.

In short , the aim is to carry out a thorough **technical study of Extremadura conventional rail network , allowing know and appreciate the actions that are necessary to become a rail freight network , high performance and then perform an analysis rigorous environmental and profitability of this infrastructure , which could be the basis for decision making for future public investment budget.**

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

La tesis doctoral se divide en tres partes en función de la naturaleza de los temas tratados y objetivos perseguidos, que se describen a continuación:

➢ ***Parte I: Ingeniería***

– Estudio del estado actual de la línea de ferrocarril Badajoz-Puertollano en su tramo extremeño. Actuaciones necesarias y programación de la inversión para convertirla en un corredor ferroviario de mercancías de altas prestaciones.

➢ ***Parte II: Estudio del Impacto Socioeconómico***

– Estudio de la contribución de la infraestructura ferroviaria de altas prestaciones en su fase de construcción a la producción y empleo regionales.

– Valoración de los efectos que podría inducir la entrada en funcionamiento de la vía ferroviaria de mercancías de altas prestaciones sobre la competitividad, la producción y el empleo en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

➢ ***Parte III. Estudio Medioambiental***

– Previsión de los efectos ambientales más relevantes de la adecuación de la línea férrea actual a una línea de transporte de mercancías de altas prestaciones.

– Estudio de la reducción de emisiones de CO_2 que produciría la adaptación de la nueva infraestructura y cuantificación del ahorro económico que la reducción de emisiones supondría a la administración.

–

METODOLOGÍA

Ingeniería

La planificación de las inversiones necesarias en el Corredor Ferroviario Manchego-Extremeño requiere del estudio detallado de los siguientes elementos:

A) **Estudio de la vía y su entorno**.

- Trazado de la vía y estado de su superestructura.
- Estructuras y gálibos de la línea.
- Estaciones de viajeros y mercancías.
- Material rodante.
- Señalización, instalaciones de seguridad y tipo de bloqueos.
- Pasos a nivel.
- Suministro eléctrico.

B) **Principales nodos y centros de actividad de transporte de mercancías**. El estudio se centrará principalmente en su capacidad para el transporte de mercancías.

C) **Flujo de viajeros y mercancías**. Será de vital importancia no solo conocer el movimiento actual de mercancías en el corredor sino además realizar una adecuada estimación de la demanda potencial en la fecha de la puesta en servicio del corredor y durante su fase de explotación.

Todos los apartados estudiados concluyen con las distintas actuaciones que son necesarias para convertir el corredor ferroviario en uno de mercancías de altas prestaciones.

Finalmente se incluye un **programa de inversiones donde se valoran y planifican en el tiempo estas actuaciones** diferenciando las inversiones de la administración central de la regional.

Estudio del Impacto Socioeconómico

Para establecer el **impacto socioeconómico** de las distintas inversiones previstas en la fase de puesta en servicio y explotación del corredor**, se confecciona una herramienta (hoja de cálculo) que permite relacionar estas inversiones con sus efectos (directos, indirectos e inducidos) sobre la producción y empleo de la sociedad extremeña a través de una tabla input-output.**

La tabla Input-Output simétrica es en esencia, la plasmación de un sistema económico, sobre el cual se establece una medición precisa de todas sus interrelaciones y principales variables, dentro de las cuentas de producción y explotación de una economía determinada.

Esta matriz simula todas las relaciones intersectoriales de una economía dada, permitiendo implementar sobre ella, un modelo de naturaleza Input-Output general de demanda, que cuantifica los impactos en los vectores de producción, valor añadido y empleo, asociados a un determinado volumen de inversión / facturación en un periodo temporal de referencia.

Se considerarán por separado los efectos de las inversiones en la línea ferroviaria de altas prestaciones durante la etapa de construcción - puesta en servicio y la etapa de explotación.

Estudio Medioambiental

Para realizar la previsión de los efectos ambientales más relevantes se describirán en primer lugar, las posibles acciones impactantes del proyecto para después confeccionar un inventario sobre los distintos valores o factores ambientales susceptibles de recibir impacto. De la interacción entre las acciones del proyecto, tanto en la fase de ejecución, como en la de explotación, se enunciarán brevemente los posibles efectos ambientales.

Para poder cuantificar la diferencia en las emisiones de CO_2 entre la situación actual y la futura (puesta en servicio y explotación posterior del corredor ferroviario de mercancías) se tendrá que analizar:

– La diferencia de valores entre los factores de emisión aplicables a las composiciones ferroviarias actuales y las nuevas composiciones ferroviarias posibles de la línea adaptada.

– La diferencia entre los factores de emisión del modo carretera y los factores de emisión de las nuevas composiciones ferroviarias posibles en la línea adaptada; aplicada esta diferencia sobre las mercancías previsiblemente transferidas desde el transporte por carretera al ferrocarril.

Finalmente se monetizará el ahorro de emisiones bajo la hipótesis de poder aplicar la evolución previsible del precio de los derechos de emisión de CO_2 en el mercado mundial al sector del transporte (sector que actualmente está fuera del Sistema Europeo de Comercio de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero).

EL CORREDOR FERROVIARIO DE MERCANCÍAS MANCHEGO-EXTREMEÑO (COFEMANEX). ÁMBITO GEOGRÁFICO

El corredor ferroviario manchego-extremeño (en adelante **Cofemanex**) forma parte del corredor central (antiguamente eje 16), que era uno de los ejes de transporte ferroviario de mercancías que estaba definido desde 1996 (Decisión nº 1.692/96/EC sobre "Pautas Comunitarias para el desarrollo de la RTE de Transportes), e incluido en la Red de Ejes Prioritarios de la Unión Europea (RTE-T), desde 2003, con motivo de la XIX Cumbre Hispano – Lusa, de Figueira da Foz, el 7 de Noviembre, donde se acordó que el AVE Madrid–Lisboa pasara por Extremadura, con estaciones en Cáceres y en Badajoz.

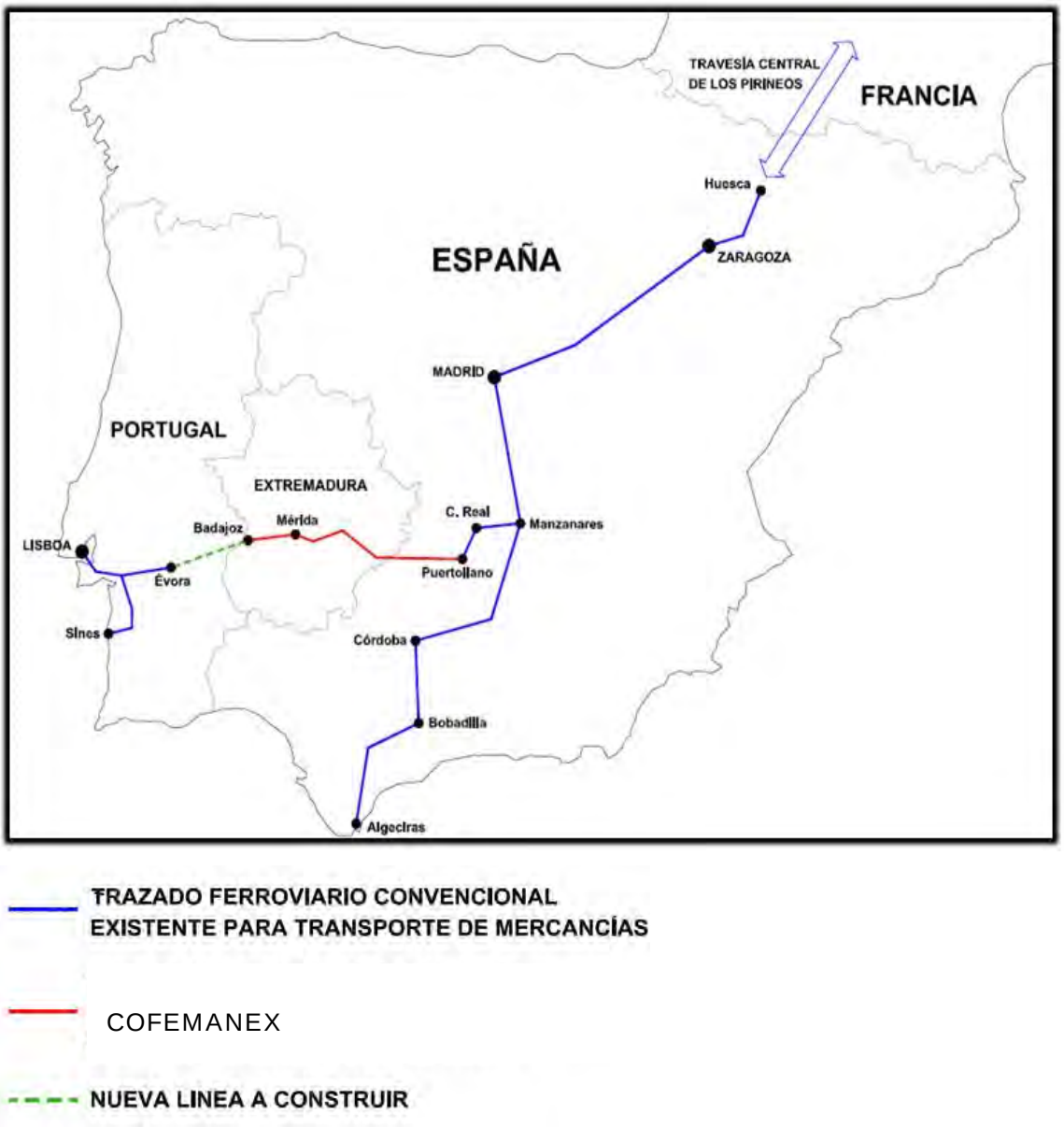
Se trataba de un corredor ferroviario de gran capacidad y altas prestaciones, que partiendo de los puertos de Sines y Algeciras atravesaba la Península Ibérica y el centro de los Pirineos por medio de un túnel de baja cota para llegar a París, distribuyendo las mercancías provenientes de Asia, África y América al conjunto de la UE. Este eje abría un nuevo corredor europeo que conectaba el Sudoeste Europeo con los países del Norte y el Este y con el Norte de África, irrigando su zona central. Esta infraestructura era una pieza clave para hacer realidad la política europea de transportes, y aportaba una solución óptima a los problemas de saturación del transporte por carretera, la contaminación medioambiental, la accidentabilidad y los costes crecientes del transporte.

El corredor central tenía dos ramales en origen que se unían en Puertollano (Ciudad Real), desde donde ya seguía un único trazado que pasaba por Madrid y Zaragoza hasta París, atravesando el Pirinero central. En cuando a los dos ramales de origen, uno salía del Puerto de Algeciras (Cádiz) e iba directo a la localidad manchega, mientras que el otro procedía del Puerto de Sines (Portugal) y llegaba a Badajoz-Elvas, desde donde conectaba con Puertollano. La longitud total del corredor central era de 1.870 km y atravesaba cinco comunidades autónomas, Andalucía, Aragón, Extremadura, Castilla la Mancha y Madrid.

La tesis doctoral se va a centrar en **el corredor ferroviario de mercancías manchego-extremeño (Cofemanex)**, que es un tramo ferroviario que forma parte del antiguo eje 16 y pertenece a la línea de ferrocarril Madrid- Ciudad Real- Badajoz (desde el PK 213,7 al PK 517,61). Tiene una longitud de 304 km y discurre de forma transversal (de este a oeste) por la Comunidad Autónoma de Castilla la Mancha (91 km desde Puertollano hasta límite provincia Ciudad Real-Badajoz) y, en su mayor parte, por la de Extremadura (213 km desde límite de provincia Ciudad Real-Badajoz hasta la frontera con Portugal en Caia). Es importante también mencionar que existe un pequeño tramo de 3 km que discurre por la provincia de Córdoba (Andalucía).

Todo el trayecto del Cofemanex es de vía única en ancho ibérico sin electrificar, dispone de ASFA y es regulado mediante bloqueo automático (en un 45% del recorrido) y bloqueo telefónico. La propiedad y gestión de la línea son competencias exclusivas de Adif, y forma parte de la red ferroviaria estatal de interés general (RFIG).

Gráfico 1. Ámbito geográfico del Corredor Ferroviario Manchego-Extremeño (Cofemanex)



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

ESTADO DEL ARTE

1.- ESTADO DEL ARTE

1.1.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA LÍNEA DE FERROCARRIL CIUDAD REAL-BADAJOZ

1.1.1.- Construcción y puesta en servicio de la línea Ciudad Real Badajoz 1856-1866

El proyecto de ferrocarril, entre Mérida y la frontera de Portugal, cuyos autores fueron los ingenieros de caminos Carlos María de Castro y José Barco, fue aprobado por la Ley de 22 de agosto de 1856. Esta aprobación fue publicada en la **Gaceta de los Caminos de Hierro (GCH) del 7 de septiembre de 1856**. En el otro extremo de la línea, en octubre de 1856 concluyeron los estudios de un ferrocarril que de Socuellamos por Ciudad Real, Mérida y Badajoz, fuera a terminar en la frontera de Portugal.

Fotografía 1. Gaceta de Los Caminos de Hierro donde se aprueba el proyecto de la línea de ferrocarril de Mérida a la frontera con Portugal en septiembre de 1856

N.º 20. AÑO 1.º — OFICINA, VISITACION, 2, PRAL. — DOMINGO 7 DE SETIEMBRE DE 1856.

GACETA DE LOS CAMINOS DE HIERRO

INDUSTRIA, MINAS, SEGUROS Y SOCIEDADES DE CRÉDITO.

SALE LOS DOMINGOS.

ANUNCIOS.

SALE LOS DOMINGOS.

Fuente: Biblioteca Nacional de España

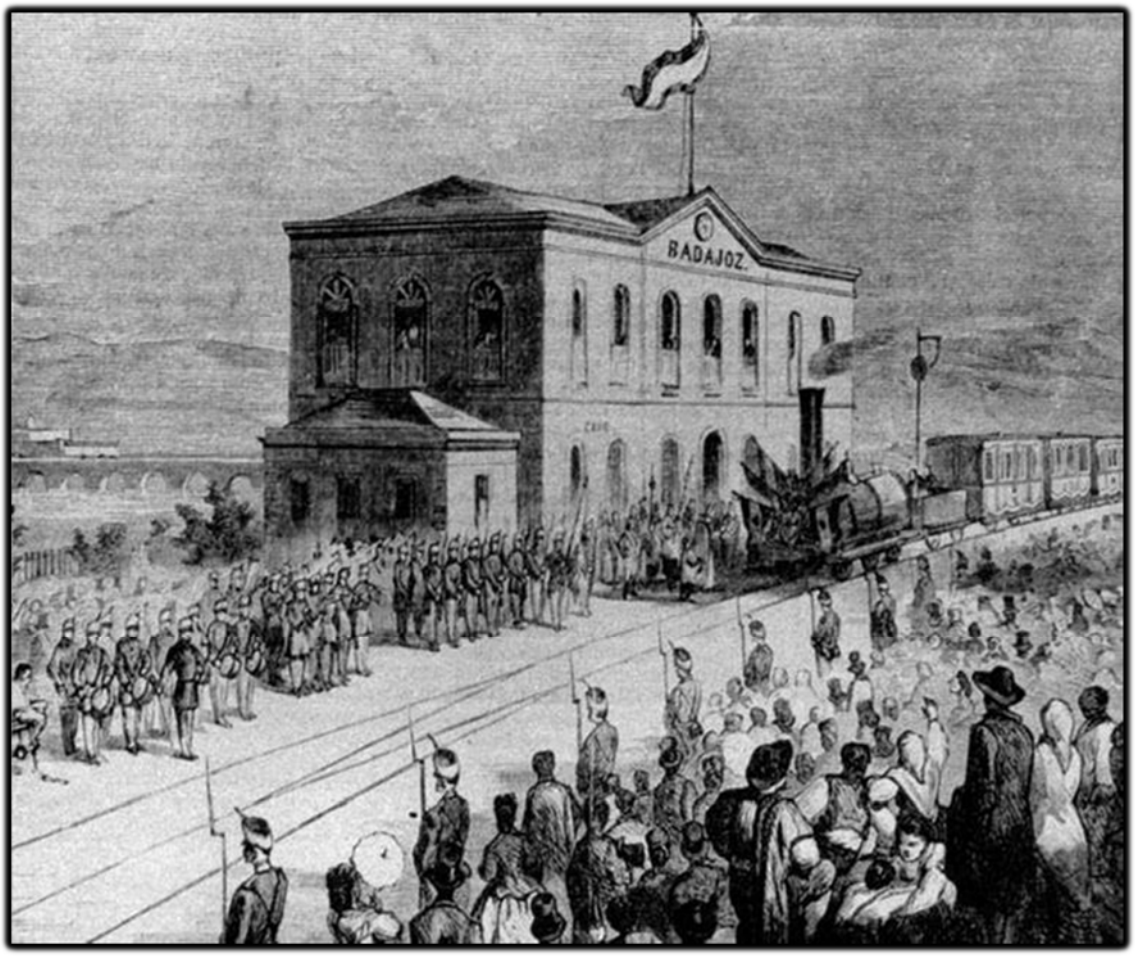
La concesión del ferrocarril de Extremadura, declarada de primer orden fue autorizada por las leyes de 18 de junio de 1856 y 22 de junio de 1857, sin embargo los antecedentes de esta línea se derivan de la promulgación de la Real Orden (R.O.) de 27 de abril de 1859 por la que se autorizaba al Gobierno a otorgar la concesión en dos secciones, contemplando la línea de Ciudad Real a Badajoz, una sección entre Ciudad Real y Mérida (sección 2ª) y otra entre Mérida y Badajoz (Sección 3ª) del que se denominó Ferrocarril de Extremadura. La concesión se otorgaría por 99 años y se ajustaría al pliego de condiciones particulares aprobado por la R.O. de 15 de febrero de 1856, concediendo una subvención de 300.000 reales de vellón por kilómetro, satisfecha por el Estado y por las provincias en la proporción de 1/3 de los kilómetros que las atraviesen[1].

El proyecto de la segunda sección entre Ciudad Real y Mérida- autorizado el 30 de Junio de 1858, redactado por los ingenieros Pedro Sierra y Santiago Bausá, contaba con 47 estaciones, debiendo depositar el concesionario una garantía de 7.675.064 reales de vellón.

[1] Gaceta de Madrid, 13.05.1859

En tanto que el de la 3ª sección entre Mérida y Badajoz, autorizada el 28 de agosto de 1858 corrió a cargo de los ingenieros Carlos María de Castro y José Barco, contaba con 5 estaciones, debiendo depositar el concesionario una garantía de 1.967.824 reales de vellón.

Fotografía 2 Grabado de la inauguración de la estación de Badajoz. 23 de junio de 1863. El tren provenía de la ciudad portuguesa de Elvas



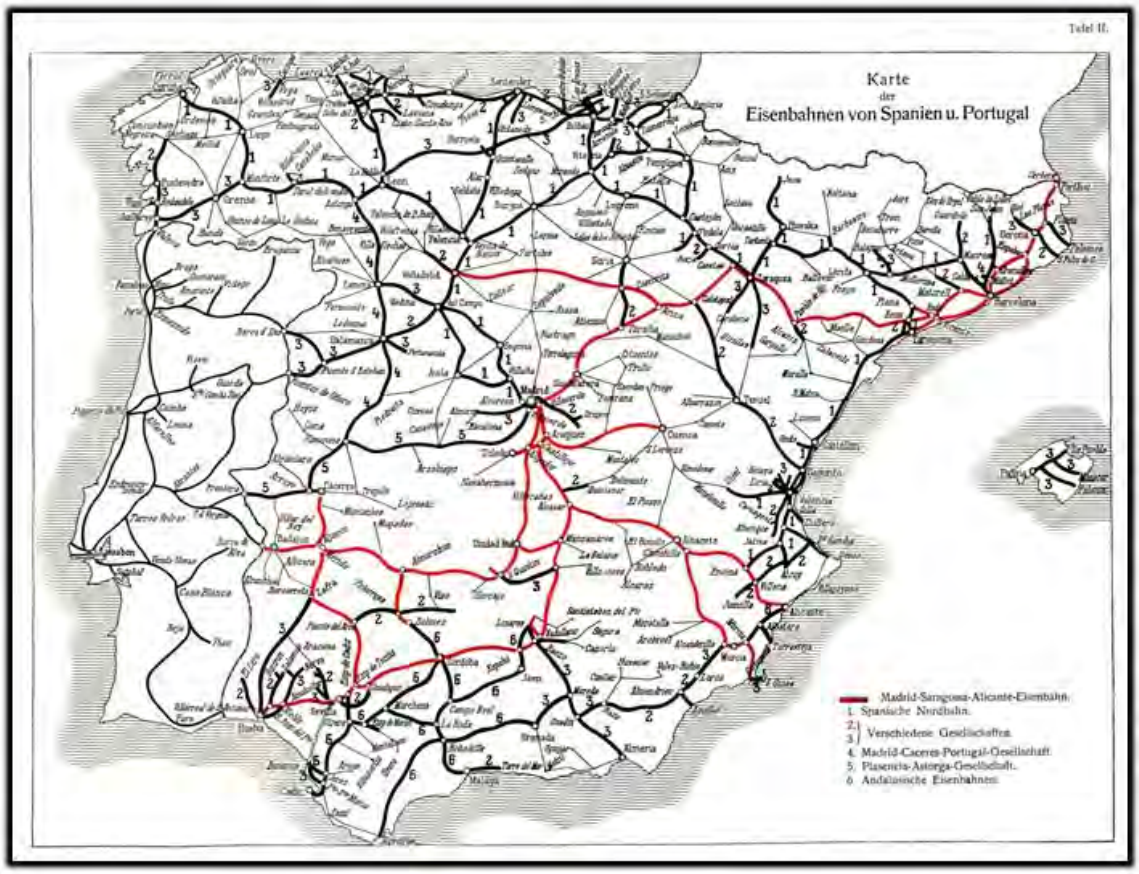
Fuente: Juan Peris Torner

En ambas secciones se concedió un plazo de ejecución de cinco años, fijando la explanación para una sola vía y las obras de fábrica para doble vía. El pliego de condiciones particulares exigió la dotación de 48 locomotoras para ambas secciones. La totalidad de los proyectos sufrió algunas modificaciones posteriores, que corrieron a cargo del ingeniero Manuel Peironceli.

La compañía de los Ferrocarriles de **Ciudad Real a Badajoz (CRB)**, fundada en 1861, pretendía rentabilizar el tráfico directo de Portugal, con Extremadura y la Meseta, sin entrar en competencia con **Madrid-Zaragoza-Alicante (MZA),** controlada por los Rothschild (M.A. López-Morell, 2003) contando con la participación de Parent & Schaken con el apoyo financiero del "Crédit Industriel et Comercial.

El 4 de marzo de 1860 se iniciaron las obras de construcción de la línea, cuyas principales estaciones eran Puertollano, Almodóvar, Almorchón, Villanueva de la Serena, Don Benito, Mérida y Aljucen hasta Badajoz. Así como los cuatro últimos tramos de la primera sección de 39.168 m entre Laguna de Caracuel y Veredas.

Gráfico 2. Mapa de los ferrocarriles de España y Portugal en ~1920. Leyenda: Línea roja: MZA, (1) Norte, (2,3) varias compañías, (4) Madrid-Cáceres-Portugal, (5) Malpartida de Plasencia a Astorga, (6) Andaluces



Fuente: Röll, Freiherr von: Enzyklopädie des Eisenbahnwesens, Band 9. Berlin, Wien 1921, S. 85-94

Los costos pactados con el contratista, amparados en el contrato de la construcción de la línea arrojaban las siguientes partidas:

Tabla 1. Coste de construcción de la línea Ciudad Real-Badajoz. Año 1866

Contratista	Concepto	Cantidad en reales
José Barberia	Expropiación de terrenos Explanaciones Obras de fábrica y estaciones Talleres, casillas de guardas	136.375.532
Parent & Schaken y Cía	Puentes metálicos Material fijo y móvil Utiles de taller telégrafo	106.080.000
	Coste total de los 323,394 km de línea	**242.455.532 (365.000 €)**

Fuente: Juan Peris Torner

Deducida de esta cantidad la subvención que existía de 97.000.000 reales, queda un costo liquido de 145.455.532 reales (220.000 €).

En la memoria de 1862 se aumentó el costo de las obras en 10.639.696 reales. En 1863 se produjo un cambio en algunas de las partidas del proyecto, ante todo de material fijo, propuestas por el contratista Parent & Schaken y Cía, provocando un nuevo aumento de gastos de 25.178.000 reales (38.000 €).

La línea se desarrolló sobre un perfil que no ofrecía gran dificultad, siendo el tramo que presentó mayores complicaciones el de Veredas á Almorchón que quedó concluido el 22 de noviembre de 1866.

El único túnel de la línea, el de Las Cabras, se perforó entre los años 1864-1866 en el cerro de Malamoneda (municipio de Zarza Capilla-Badajoz) con una longitud total de 307 metros.

Fotografía 3. Túnel de las Cabras. Boca de salida sentido Córdoba

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Previamente se construyeron otros tramos que enlazaban con la frontera portuguesa en Elvas, donde el 29 de agosto de 1863 se realizaba la unión ferroviaria con la llamada “Linha de L´Este” en la que sería la primera conexión internacional de los ferrocarriles portugueses. Realmente la Linha de L´Este cubrió el tramo de Elvas a Badajoz.

El 22 de noviembre de 1866 se puso en servicio toda la línea Ciudad Real-Badajoz hasta la frontera portuguesa, en tanto que la inauguración oficial por Isabel II tuvo lugar el 11 de diciembre del mismo año.

Gráfico 3. La red de ferrocarriles en España en el siglo XIX

Fuente: Pilar Miguel González

Los distintos tramos se fueron abriendo en las siguientes fechas:

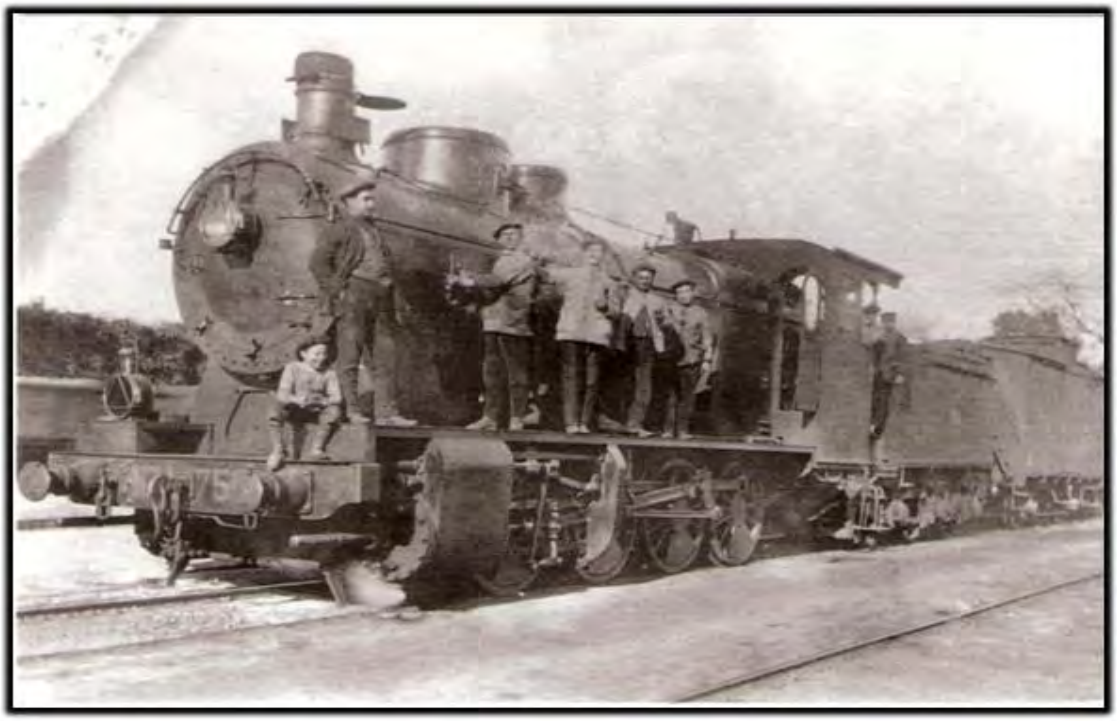
Tabla 2. Fechas de apertura de los distintos tramos de la línea ferroviaria Ciudad Real-Badajoz

km	Tramo	Fecha
11	De Elvas a la frontera	24.09.1863
80,5	Merida a Badajoz	20.10.1864
38,5	Ciudad Real a Puertollano	19.08.1864
25,9	Puertollano a Veredas	28.07.1865
67,6	Magacela a Merida	21.08.1865
92,1	Veredas a Almorchón	29.11.1865
29	Castuera á Magacela	17.03.1866
24,2	Almorchón á Castuera	30.07.1866

Fuente: Juan Peris Torner

En 1864 se adquirieron los derechos del ramal de Almorchón a Belmez y los socios del Badajoz formaron la “Cie Hulliere en Metallurgique de Belmez”. Este ramal permitiría la salida de los productos de los yacimientos de las minas “La Terrible” (Córdoba) y acceder al comercio de Madrid además de concurrir a la explotación de plomo de Córdoba y Badajoz.

Fotografía 4 Almorchon, locomotora 756 de MZA, año 1926



Fuente: Eurofer

En 1864 entran en la sociedad del Ciudad Real- Badajoz nuevos socios, entre ellos Martín Belda, Duque de Cabra, tomando nuevas acciones que condujeron a la incorporación de José Barbería, el segundo gran contratista de la línea, abandonando Parent & Schaken la contrata de la maquinaria y del telégrafo, recibiendo el pago de lo realizado hasta la fecha con obligaciones de la sociedad.

En 1965 Joaquín de la Gandara, del consejo de Administración de MZA, sustituyó a Barbería como contratista, quedando concluida la línea en junio de 1866 en su ramal principal y en abril de 1868, el de Almorchón á Belmez gracias a los créditos de la Societé Generale.

El ramal de Almorchón a Belmez, se abrió el 1º de abril de 1868.

La compañía del Ferrocarril de Ciudad Real a Badajoz, recibió subvenciones por encima de lo establecido legalmente, puesto que le correspondían legalmente 29 millones de pesetas. Recibió hasta 1867 la cantidad de 29,5 millones de pesetas un 1,7 % por encima de lo establecido. Sin embargo estas ayudas no cubrieron ciertos déficits de explotación ni cubrieron el exceso de inversión sobre la prevista en la construcción del ramal de Almorchón á Bélmez.

A partir de 1871 y como consecuencia de la resolución de un convenio con los acreedores, la compañía obtuvo su primer beneficio neto sobre los gastos de explotación, del que se dedujeron las anualidades pactadas con la “Sociedad General para favorecer la industria y el Comercio de Francia” a la que se le restituyeron 1.140.000 reales.

Fotografía 5. Locomotora MZA 668 de 1920

Fuente: Lucien leGrey

El 3 de febrero de 1879 se inaugura el tramo Madrid-Ciudad Real por S.M. el rey D.Alfonso XII. Entre Madrid y Badajoz se cubrían 510 km de distancia, vía Madrid-Atocha, Algodor, Ciudad Real, Almorchón, Mérida y Badajoz.

La obra de fábrica más notable, construida en el ferrocarril de Ciudad Real a Badajoz era el puente sobre el Guadiana, situado a 14 kilómetros antes de Mérida, en las inmediaciones de Zarza-Alange.

La Revista de Obras Públicas del año 1865, en su nº 13 describía que el puente sobre el Guadiana constaba de 11 tramos metálicos, sobre estribos y pilas de fábrica, los dos extremos de 42,60 m y los otros nueve de 50 m. El puente era oblicuo formando 70 º con la generatriz de la vía, siendo la longitud total del puente de 570 m. En su construcción se empleó cemento de la fábrica "La Fe" de San Sebastián. Las partes metálicas se transportaron por ferrocarril desde Lisboa, fueron suministradas por Parent Schaken.

Los trabajos de dirección de la obra de este puente corrieron a cargo de Agapito Ruíz Tamayo, Ayudante de Obras Públicas encargado de la sección (*Revista de Obras Públicas, año 1865, nº 13, páginas 161/165*) y el coste total del puente ascendió a la cantidad de 7.245.097,29 reales de vellón. (10.900 €)

Tabla 3. Estaciones en la línea Ciudad Real a Badajoz. Año 1880

Pk	Estación	Pk	Estación
0	Ciudad Real	219	Villanueva de la Serena
15	La Cañada de Calatrava	225	Don Benito
23	Caracuel	235	Medellín
32	Argamasilla de Calatrava	239	La China (apartadero)
38	Puertollano	244	Valdetorres
46	La Nava de Puertollano	250	Guareña
57	Veredas – Brazatortas	257	Villagonzalo
72	Caracollera	261	La Zarza de Alange (apeadero)
98	Almadenejos y Almadén	265	Don Alvaro
106	Alamillo (apartadero)	278	Mérida
114	Cillon	284	Aljucen (E)
119	Pedroches	291	Garrovilla
224	Belalcazar	301	Montijo
150	Cabeza del Buey	319	Talavera la Real
156	Almorchón (ramal á Belmez)	337	Badajoz
156	El Quintillo (apartadero)	443	Frontera portuguesa
181	Castuera		
199	Campanario		
210	Magacela		

Fuente: Juan Peris Torner en Spanishrailway.com

Fotografía 6. Nuevo puente sobre el Guadiana construido en el año 1955 al lado del primitivo metálico del que se ven aún las pilas. PK. 437,066 cerca de la Zarza de Alange

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

El 23 de abril de 1879 la sociedad del Ciudad Real a Badajoz llegó a un acuerdo con MZA para el reparto de tráficos, por cinco años, en el que se incluyó el acuerdo de su futura integración con MZA

El CRB fue absorbido por MZA el 8 de Abril de 1880, en una operación de intercambio de acciones en la que se incluyeron además de la línea entre Madrid (Delicias) a Ciudad Real, la de Ciudad Real a Badajoz, el ramal de Almorchón a Bélmez y las concesiones del ramal del Puente de Aljucén a Cáceres (cuya concesión data del 5 de diciembre de 1876) y del proyectado de Puertollano a Córdoba.

1.1.2.- Madrid-Zaragoza-Alicante. (MZA). Explotación de 1898 - 1936

Con el cambio de siglo, MZA había sufrido una gran transformación. De sus poco más de 287 km de vías y 37 locomotoras que tenía en 1856, había pasado a contar en 1900 con unos 3679 km de tendido, 392 locomotoras, 9000 coches y vagones y cerca de 11.000 empleados. También a comienzos de siglo destaca la estrecha relación económica entre MZA y La Maquinista Terrestre y Marítima (MTM), y se convierte en un cliente fijo de MTM a la hora de hacer pedidos de material para la Compañía. Esta situación despierta el interés en la compañía sucesora del Madrid-Zaragoza-Alicante por la compra de participaciones de la compañía, logrando controlar un porcentaje de MTM con el objetivo de asegurarse buenos precios a la hora de hacer otros pedidos.

La Compañía del Madrid-Zaragoza-Alicante no fue una excepción y (como otras compañías) debió ajustar precios con la situación real y por ello retrasó o canceló muchas reformas pendientes, así como la modernización de las instalaciones y el parque móvil. Esto llevó a una situación crítica. La MZA logró mantener esta difícil existencia por unos años más, pero solo hasta el comienzo de la época de la Dictadura de Primo de Rivera, el cual introdujo en 1924 el Estatuto Ferroviario. A partir de él, se establecían las ayudas estatales y subvenciones a las distintas compañías ferroviarias para que mejoraran su red y parque móvil, que entonces se encontraba muy anticuado y obsoleto. MZA, por su parte, empleó estas ayudas en mejorar su red y realizar algunas obras como la estación término de Barcelona, finalizada en 1929. De esta época destacaron otras estaciones, como la de Portbou (también inaugurada en 1929) o la de Aranjuez (construida entre 1922 y 1929).

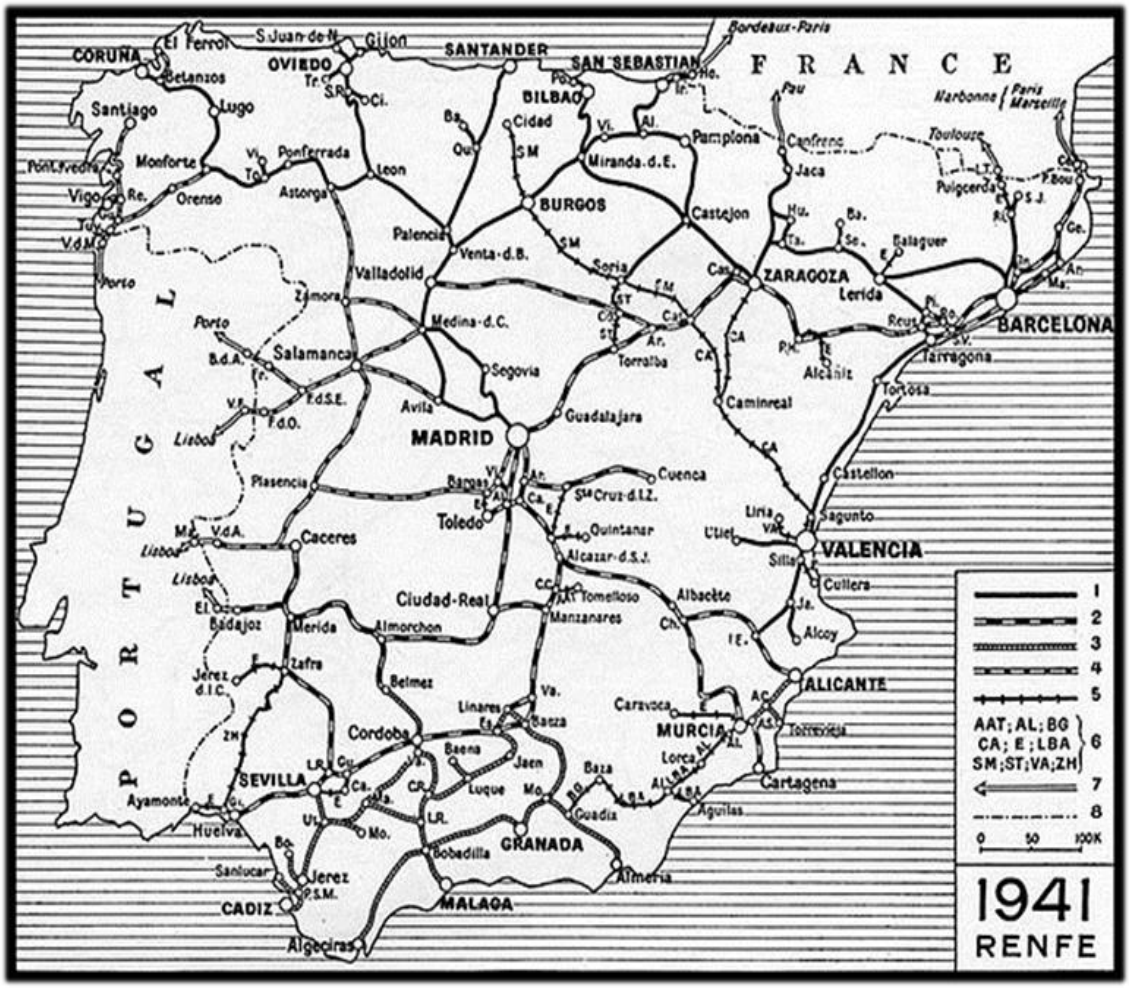
Gracias a las ayudas estatales y al plan de modernizaciones de la compañía, ésta alcanzó en la década de los años 1920 los mejores resultados de su historia, con una recuperación y crecimiento rapidísimos que terminaron entre 1930-1931. A partir de esa fecha las cuentas de la compañía volvieron a desplomarse otra vez, al unísono de la crisis económica general que hay tras el Crack del 29 y de la negativa de los nuevos gobiernos republicanos a reconocer la vigencia del Estatuto Ferroviario de 1924. Y es que la cuestión de las ayudas estatales había llegado a un punto en que era el Estado el que mantenía los ferrocarriles, pero no tenía ninguna decisión respecto de ellos.

Por otra parte, la nacionalización de los ferrocarriles era una constante en las discusiones de la época, pero la inestabilidad política de los gobiernos republicanos impidió llevar a cabo cualquier medida efectiva y por ello, la Compañía MZA continuó su complicada existencia.

1.1.3.- MZA. La Guerra Civil (1936-1939) y la integración en Renfe (1941)

El estallido de la Guerra Civil Española marcará también la historia de esta compañía, como también lo hizo en tantas otras situaciones. La guerra dividirá en dos partes toda la red, instalaciones y parque móvil de la compañía, encontrándose la dirección en Madrid. Sus dirigentes y consejeros que se encontraban en zona republicana huyeron rápidamente a la zona sublevada ante las presiones de los milicianos y los comités obreros. Desde el 18 de julio de 1936 serán los comités de obreros y ferroviarios los que realmente tengan el poder y el control de la compañía. Y es que la situación bélica decide al gobierno republicano a la nacionalización de todos los ferrocarriles que se encontraban en su zona para asegurarse su control, aunque en la práctica fueran colectivizados por los comités de obreros y ferroviarios.

Gráfico 4. Mapa de la red que se integró en Renfe en 1941. Las redes de las distintas compañía están marcadas de la forma siguiente: (1) Norte, (2) MZA, (3) Andaluces, (4) Oeste, (5) Compañía del Ferrocarril Santander - Mediterráneo, (6) Otras



Fuente: Renfe

Por el Decreto de 3 de agosto de 1936 la Compañía MZA desaparece de la zona republicana y es integrada en la Red Nacional de Ferrocarriles (no se debe confundir con la posterior Renfe). Pero en la zona franquista continuará su existencia y los miembros de la antigua dirección que consiguieron huir a la zona sublevada intentarán reconstruir la compañía dentro de sus posibilidades. A pesar de ser los propietarios legales y de haber reconstruido la organización, serán las autoridades militares franquistas las que realmente dirijan y administren todo lo relacionado con los ferrocarriles, pues estos eran cruciales para la guerra.

Al terminar la guerra llegan las consecuencias, y la desolación de todo el país también está presente en el lamentable estado en que se encuentran las instalaciones, red ferroviaria y el material rodante de la compañía. Las compañías ferroviarias tratan de volver a la situación anterior a la guerra, pero su situación económica es desastrosa y son incapaces siquiera de mantener su existencia. En la inmediata posguerra, el nuevo estado franquista dispuso el control de las grandes compañías pero no toca su independencia, aunque solo sería por poco tiempo. Después de la creación de Renfe a principios de 1941, la antigua MZA será integrada el 1 de julio del mismo año y con ello termina la historia de la compañía.

La nacionalización de MZA supuso su desaparición y sus estaciones pasaron a ser gestionadas por la recién creada Renfe hasta la separación de esta en Adif y Renfe Operadora el 31 de diciembre de 2004.

Aunque la compañía desapareció oficialmente en 1941, ello no significó ni mucho menos la desaparición de todas las referencias que dejó a posteriori. Y es que en numerosos detalles ha quedado la marca o el acrónimo de MZA, como es el caso de las estaciones de Murcia o de Cartagena.

Fotografía 7. Estación de Atocha aún con las siglas de Madrid-Zaragoza-Alicante (MZA)

Fuente: Roxanna Salceda

1.1.4.- Renfe 1941 – 1959

El 24 de enero de 1941, el Gobierno aprobaba la Ley de Bases de Ordenación Ferroviaria y de los Transportes por Carretera por la que todas las compañías de ancho ibérico que operaban en el Estado español fueron reunidas en una sola empresa estatal, la Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, **RENFE** De las compañías nacionalizadas más importantes destacaban la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España (1858-1941), la Compañía del Ferrocarril de Madrid a Zaragoza y Alicante (1856-1941) y la Compañía Nacional de los Ferrocarriles del Oeste (1928-1941). La Compañía de los Ferrocarriles Andaluces, debido a sus pésimos resultados económicos, ya había pasado a control del Estado en 1936, mediante su integración en la de los Ferrocarriles del Oeste. El siguiente paso dado por el estado fue el de la difícil tarea de calcular el monto de indemnizaciones que recibirían las antiguas compañías. Al frente en la prioridad del cobro de los rescates pagados por el Estado se situaron los obligacionistas, seguidos de los accionistas y, por último, en caso de que quedase algo que repartir, las sociedades participativas. Así, Renfe se convertía durante casi 64 años en el actor dominante del ferrocarril español.

En el momento de su creación Renfe contaba con 12.401 km de vía así como un variado y ya anticuado parque móvil procedente de las antiguas compañías. En los primeros años de su existencia tuvo que responder a escaseces de todo tipo y la necesidad apremiante de la reconstrucción de los daños producidos por la reciente Guerra Civil, una tarea difícil por la presente escasez de recursos económicos. Esta falta de repuestos y desgaste del material fue causa de no pocos y graves accidentes como el que tuvo lugar en Torre del Bierzo en enero de 1944, el más grave de la historia de España.

En 1949 se aprobó el Plan General de Reconstrucción y Reformas Urgentes (conocido en la época como Plan Guadalhorce) con el objetivo de resolver las necesidades más importantes. Entre otras cosas, preveía 5.000 millones de pesetas para la renovación de la Red y el desarrollo de un amplio programa. También incluía el Plan la renovación de material: estaba previsto la adquisición de 200 locomotoras, 5.000 vagones y 400 coches de pasajeros para completar los pedidos iniciales desde 1941.

Con la ejecución de este plan se recupera en parte la situación de preguerra. A pesar de la situación de pobreza del país, se dan algunos pasos que serán el tímido símbolo de las reformas planeadas.

En año 1950 empiezan los primeros servicios comerciales de los Talgo entre Madrid y Hendaya (frontera francesa), aunque no es la única innovación; en 1952 entran en servicio los automotores diésel TAF que supusieron un gran salto cualitativo en los viajes de Larga Distancia. Y dos años después, en 1954, es inaugurado el primer centro de Control de Tráfico Centralizado, situado entre Ponferrada y Brañuelas (León).

Sin embargo, esta época de avances e inversiones previstas de Renfe dentro del Plan de Estabilización se ve detenida bruscamente en 1959, en respuesta a la inflación y grave crisis económica que se vivió en España a finales de los cincuenta. Las causas de esta grave crisis son el claro fracaso de la política autárquica que ha imperado en el régimen franquista desde 1939 y que tienen atada a la economía española.

1.1.5.- Renfe 1960 – 1989

El desarrollismo en los años sesenta significó una mejora progresiva en la economía española que igualmente se tradujo para los ferrocarriles. En este sentido, se produjo una significativa mejora del material rodante de Renfe aunque éste no alcanzase a todas las líneas ni a la totalidad del parque móvil. Las mejoras siempre se movieron en las principales líneas que concentraban el mayor tráfico de viajeros como es el caso de la línea Madrid-Barcelona, que es electrificada y dotada de doble vía en la mayor parte del recorrido.

En el caso del tendido ferroviario, en 1962 el Banco Mundial, dentro de un amplio informe sobre la economía española, recomendaba abandonar las inversiones en nuevas líneas y centrar el esfuerzo presupuestario en mejorar la red existente. Siguiendo las líneas preconizadas por el informe del Banco Mundial, en 1964 el Gobierno aprueba el Plan Decenal de Modernización de 1964 a 1973 que traería modernización del parque móvil y la mejora de la red ferroviaria, permitiendo que en 1967 la velocidad máxima de algunos trenes se elevara a 140 km/h. El comienzo de la década de los 70 traerá una desaceleración en el Plan Decenal de Modernización de 1964 a 1973, que al final daría lugar el nacimiento del Plan Renfe 1972-1975, con un importante programa de modernizaciones.

El 23 de junio de 1975 fue puesta fuera de servicio la última locomotora de vapor (una Mikado, concretamente la número 141F 2348) en la Estación de Clasificación de Vicálvaro (Madrid).

Fotografía 8. Locomotora de vapor Mikado

Fuente: JM Trigos

La situación a la que había llegado Renfe a finales de los años setenta con gigantescos déficits anuales y un servicio ferroviario que además de poco eficiente se había demostrado insostenible. En 1979 se produce la firma del primer Contrato Programa, elaborado como el Plan General de Ferrocarriles y que debía tener 12 años de vigencia pero el cual sólo se realizaría muy parcialmente. Además, se empezaron a implantar servicios de cercanías en Madrid, Barcelona, Málaga o Valencia, con el objetivo de absorber el tráfico de pasajeros que se mueven en estos grandes centros urbanos. Las cercanías se convertirán en una de las joyas de la corona para Renfe.

En 1984 Renfe se encuentra de nuevo en una situación crítica con déficits anuales gigantescos ya que sus trenes se mueven principalmente en solo 5.000 km de los 13.000 km de vía que gestiona: hay demasiadas líneas que no son rentables. Por ello se acuerda el Contrato Programa de 1984, por el que el 1 de enero de 1985 se cierran 914 km de vías y se dejan para uso exclusivo de mercancías otros 933 km: 12 líneas y 132 estaciones se quedan sin servicio. Además, las Comunidades autónomas salen al rescate de más de 600 km para evitar su cierre. Se llevará a cabo la modernización de instalaciones, como las estaciones de Madrid Sevilla o Barcelona, que sufren profundas transformaciones para adaptarse a las nuevas necesidades. Otras muchas estaciones y vías también son modernizadas.

Gráfico 5. Mapa con las zonas de Renfe. Año 1985

Fuente: Renfe

Fotografía 9. Estación de Magacela. Badajoz. Abandona su actividad en los años 90

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

1.1.6.- Renfe. 1991 – 2005

Continuando con los proyectos ya lanzados en los años ochenta, en 1991 siguen en marcha las obras del Nuevo Acceso Ferroviario a Andalucía (NAFA), que supusieron la construcción de la estación de Santa Justa para concentrar el tráfico ferroviario en Sevilla. Ello conllevó a su vez que las Estaciones sevillanas de San Bernardo y Plaza de Armas fueran desmanteladas. Gran parte de estas obras realizadas en la ciudad hispalense tenían otro motivo: la celebración de la Exposición Universal de 1992 (Expo 92). En Barcelona se produjo una reorganización del parque de vías que circulaba por distintas zonas de la ciudad así como la mejora y adecuación de algunas estaciones como la de Barcelona-Término (renombrada como estación de Francia) y Barcelona-Sants. Y al igual que en Sevilla, estas obras se realizaban el marco de una reordenación urbana con motivo, en este caso, de la celebración de los Juegos Olímpicos de 1992 en la ciudad condal. El 14 de abril de 1992 se produjo la inauguración de la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla, coincidiendo con la inauguración de la Expo'92. Fue un gran momento para Renfe y la historia de los ferrocarriles españoles, que daban ante el mundo una imagen de modernidad gracias a la publicidad de la Expo'92 y las Olimpiadas de Barcelona.

Fotografía 10.Automotor eléctrico de Alta Velocidad de la serie 100 de Renfe

Fuente: Dewet

Otra importante medida fue creación de las Unidades de Negocio en 1991, consecuencia de la reorganización a fondo de los servicios ferroviarios de Renfe y cuya creación terminará haciendo desaparecer el modelo territorial de las “Zonas”. Este nuevo modelo persigue la rentabilidad económica, reduciendo la burocracia y los altos costes que suponían la organización en “Zonas”. A partir de ahora Renfe se articulará en torno a las tres unidades de negocio principales: Cercanías, Media Distancia y Larga Distancia.

El 30 de diciembre 1998 fue fundada la empresa Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF), una entidad pública empresarial que se creó debido a las medidas del transporte

ferroviario, que la Unión Europea, comenzó a impulsar a partir de la Directiva del Consejo 91/440/CEE sobre el Desarrollo de los Ferrocarriles Comunitarios, donde establecía la separación entre los operadores de los trenes y el sujeto gestor de la infraestructura. En 2003 se produjo la inauguración del tramo Madrid–Lérida de la Línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa (a 200 km/h), siendo la segunda inaugurada en España después del Madrid-Sevilla y la primera del s.XXI.

A causa de las nuevas directivas económicas de la Unión Europea, el Estado debía abrir la red ferroviaria a la competencia, por lo que se dispuso una nueva legislación para el sector ferroviario (LSF, o Ley 39/2003 del Sector Ferroviario), que en principio debía entrar en vigor el 1 de junio de 2004, pero que se retrasó con la asunción del Gobierno de José Luis Rodríguez Zapatero al 1 de enero de 2005. Ese día la Entidad Pública Empresarial "Renfe Operadora" se separaba de RENFE y ésta a partir de ese momento comenzó a llamarse "Administrador de Infraestructuras Ferroviarias" (ADIF). Las funciones de la antigua compañía quedaban repartidas entre las dos nuevas entidades:

– Renfe Operadora, que se encarga del transporte de mercancías y pasajeros, en régimen de competencia con otras empresas. También realiza el mantenimiento y fabricación de material ferroviario, participando en importantes proyectos nacionales e internacionales.

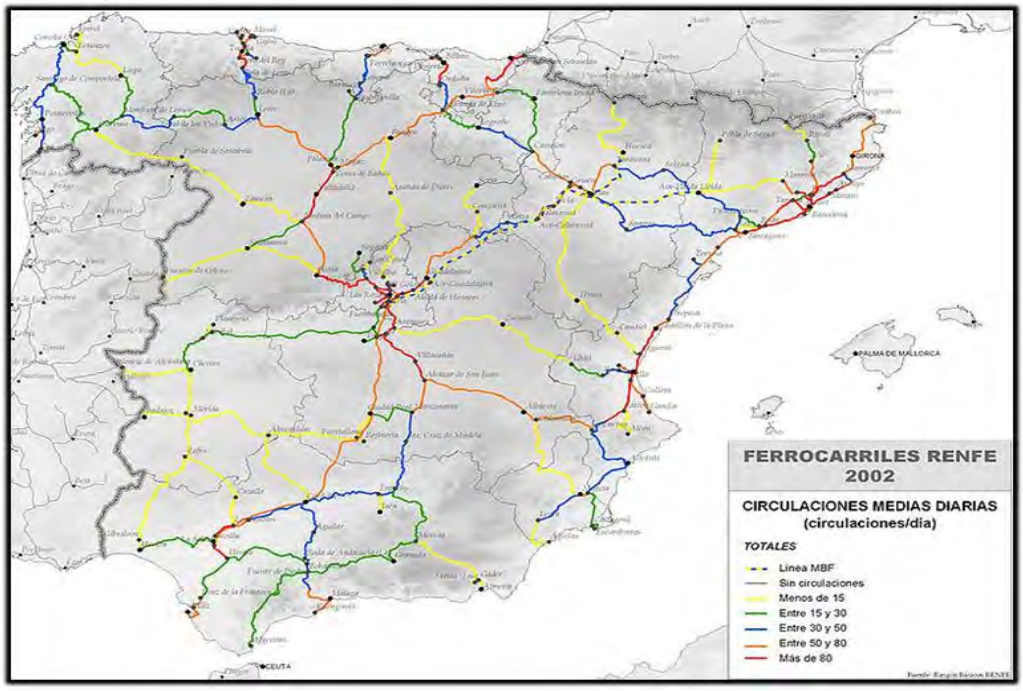
– Adif, que gestiona vías, estaciones, comunicaciones, etc., cobrando un canon a las empresas usuarias de la red, entre ellas a Renfe Operadora.

La división tuvo algunas particularidades:

– La venta de billetes en estaciones es competencia de Adif, en contra de lo que ocurre en otros administradores de infraestructuras (AENA, estaciones de autobús...), en los que cada compañía vende sus propios billetes.

– Las estaciones exclusivamente de Cercanías son propiedad de Adif pero son gestionadas por Renfe Operadora. Esto es posible debido a que las redes de Cercanías no son objetivo de la libre competencia.

Gráfico 6. Circulaciones Renfe. Año 2002



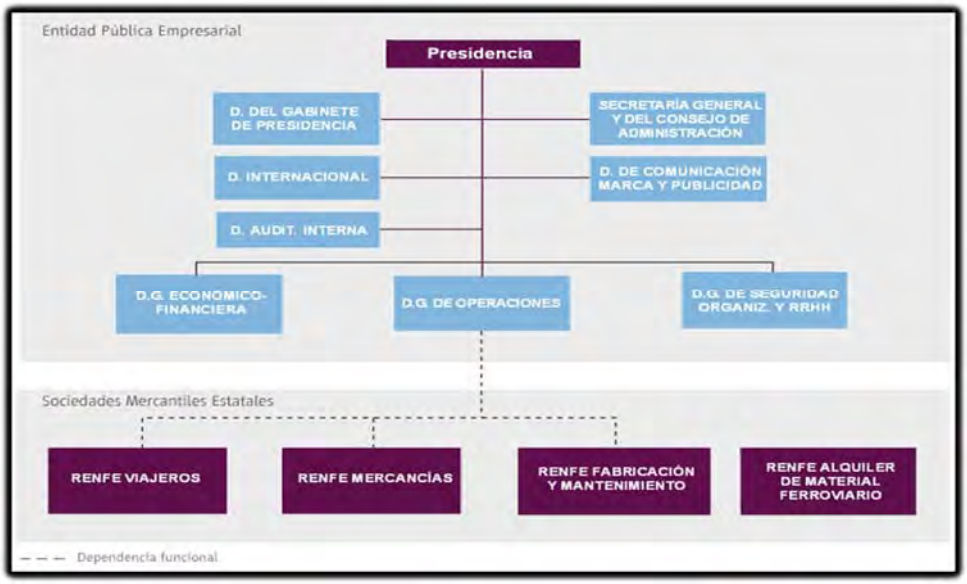
Fuente Renfe

El 31 de diciembre de 2012 se realizó una operación similar con la compañía que gestionaba los ferrocarriles de vía estrecha, FEVE, haciéndose cargo Adif de toda la infraestructura de vía estrecha no transferida a Comunidades Autónomas.

1.1.7.- Renfe Operadora 2005 – 2014

El 1 de enero de 2006, es decir al año de su creación, Renfe Operadora sufre una gran reestructuración y cambió el modelo de gestión herederado de la antigua Renfe y que estaba basado en Unidades de Negocio. El organigrama actual es el siguiente:

Gráfico 7. Organigrama de Renfe Operadora. 2014



Fuente: Renfe Operadora

Fotografía 11. Automotor de Alta Velocidad, para servicios Avant, de la serie 114 de Renfe Operadora

Fuente: Renfe

El 1 de enero de 2013, Renfe Operadora se convierte en la propietaria de los trenes, y otros vehículos ferroviarios, de Ferrocarriles de Vía Estrecha (FEVE), que desaparece como empresa ferroviaria, y es, también, la nueva operadora de los servicios ferroviarios de la red de vía estrecha de FEVE que pasa a ser propiedad de Adif.

El 27 de junio de 2013 Renfe aprueba la segregación de su actividad en cuatro sociedades anónimas, valoradas en su conjunto en 3.048 millones de euros, que contarán con un consejo de administración de entre 3 y 9 miembros cada una, según fuentes sindicales.

Renfe Operadora, propietaria del 100 % del capital social de las nuevas sociedades, actuará como matriz del grupo con funciones corporativas y de servicios.

Gráfico 8. . Mapa de la red de ferrocarriles en 2005, cuando se disolvió oficialmente Renfe

Fuente: Magnus Manske

La aprobación por parte del consejo de administración de Renfe de su nuevo modelo empresarial supone un primer paso administrativo para la constitución de las cuatro sociedades, de las que tres corresponden a las actuales áreas de actividad de Viajeros, Mercancías y Fabricación y Mantenimiento -que sucede al área industria de la operadora, Integria-, mientras una es de nueva creación, destinada a la venta o alquiler de material rodante.

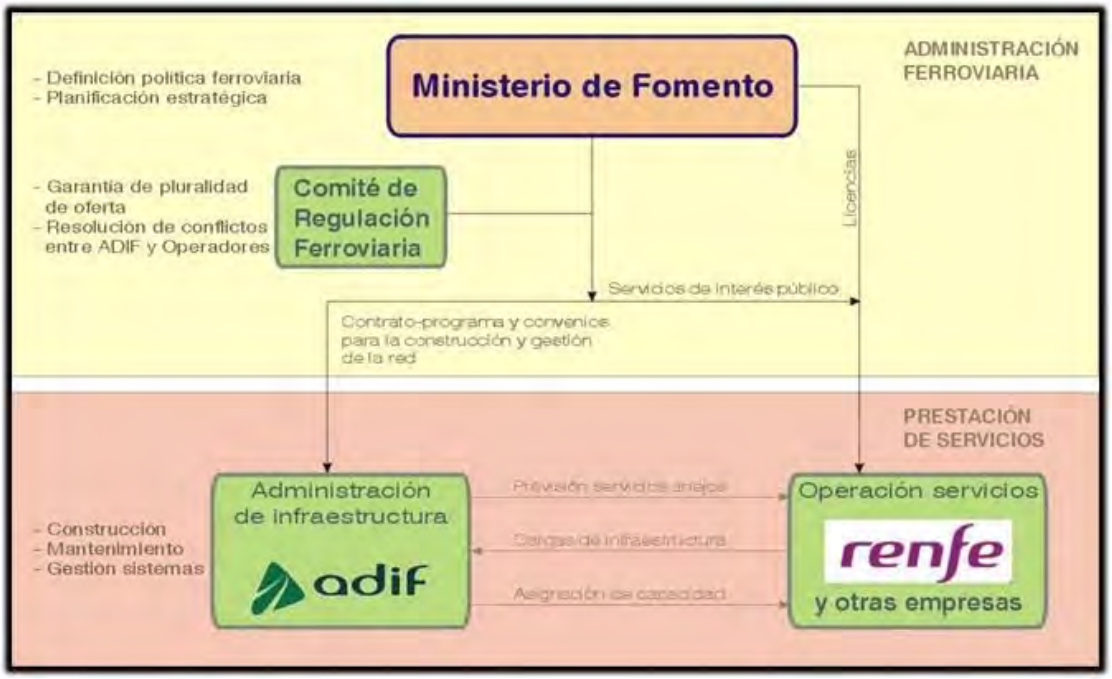
En caso de la unidad de Mercancías, ésta absorbe a las sociedades Irion (siderúrgicos), Contren (transporte intermodal) y Multi (multiproducto) que hasta ahora desarrollaban su actividad en función de los distintos mercados propios del sector logístico.

1.1.8.- Administrador de infraestructuras ferroviarias. ADIF. 2005-2014

Como se ha descrito anteriormente el 1 de enero de 2005 la Entidad Pública Empresarial "Renfe Operadora" se separaba de Renfe y ésta a partir de ese momento comenzó a llamarse "Administrador de Infraestructuras Ferroviarias" (ADIF).

Adif es una entidad pública empresarial dependiente del Ministerio de Fomento que tiene como objetivo la construcción de líneas de ferrocarril y la gestión de su explotación. Adif heredó la infraestructura de la extinta Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles y de FEVE, por lo que es propietaria de la mayoría de líneas de ferrocarril de España. Actualmente administra 13.945 kilómetros de vías y 1.566 estaciones. También heredó las funciones de la empresa pública GIF.

Gráfico 9. Principales Agentes del sector Ferroviario



Fuente: Ministerio de Fomento

Adif es fruto de la Ley del Sector Ferroviario, que surge de la transposición de Directivas europeas, y que obliga a que las grandes ferroviarias nacionales europeas gestionen de forma independiente la infraestructura y los trenes que circulan por ella. El objetivo final es permitir a cualquier otra operadora ferroviaria circular por la red en condiciones de igualdad con los trenes de Renfe Operadora, promoviendo la libre competencia.

Cuatro son las principales actividades de Adif: Construcción de nuevas líneas, mantenimiento y gestión de las líneas existentes, gestión del tráfico y asignación de surcos e I+D.

Adif cobra tasas, denominadas cánones ferroviarios, por el uso de todas las líneas e instalaciones, repercutiendo así sobre los operadores sus costes.

1.1.8.1.- Construcción de nuevas líneas

Desde la fecha de creación Adif ha gestionado la creación de nuevas líneas, incluidas las que estaban ya comenzadas en su fundación, por encomienda del Ministerio de Fomento.

Ya en 2005 fueron inaugurados un ramal de Alta velocidad de Madrid a Toledo y otro desde Zaragoza a Huesca. En el invierno de 2006 se inauguraron el tramo Córdoba-Antequera perteneciente a la línea de alta velocidad de Córdoba a Málaga y el tramo

Lérida-Tarragona perteneciente a la Línea de alta velocidad Madrid-Barcelona. En la navidad de 2007 la alta velocidad llegó a Valladolid mientras que en el sur se completó la alta velocidad de Córdoba a Málaga. En 2008 fue inaugurado el tramo entre Tarragona y Barcelona, perteneciente a la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera francesa. El 18 de diciembre de 2010 se inauguró la línea de alta velocidad Madrid-Valencia.

Además de las infraestructuras ya inauguradas, Adif conserva un buen número de infraestructuras en obras, especialmente de nuevas líneas de alta velocidad.

1.1.8.2.- Mantenimiento y gestión de las líneas

Adif lleva a cabo todas las labores de mantenimiento y gestión de sus líneas con su propio personal, tanto en el mantenimiento periódico como en la solución de incidencias. También mantiene y gestiona las instalaciones auxiliares como estaciones, subestaciones eléctricas, o cargaderos.

1.1.8.3.- Control de tráfico y adjudicación de capacidad

Adif tiene dividida España en 6 zonas para controlar el tráfico, cada una de las cuales depende de una de las delegaciones encuadradas en la Dirección Ejecutiva de Circulación: León, Miranda de Ebro, Barcelona, Madrid, Valencia y Sevilla. Los centros de control del tráfico son herencia de los mismos que en su día instaló Renfe, hoy en día muy modernizados. No todos los centros de control de tráfico tienen que estar en una delegación: así por ejemplo la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera Francesa se controla desde Zaragoza.

La línea Badajoz-Aljucén y Mérida-Villanueva de la Serena pertenece a la Delegación Sur, sin embargo el tráfico es controlado a través de la Gerencia de Gestión de Tráfico Centro y telemandada desde el Puesto de Mando de Manzanares (Toledo).

Gráfico 10. Red ferroviaria española. Año 2011

Fuente Fundación de los Ferrocarriles Españoles

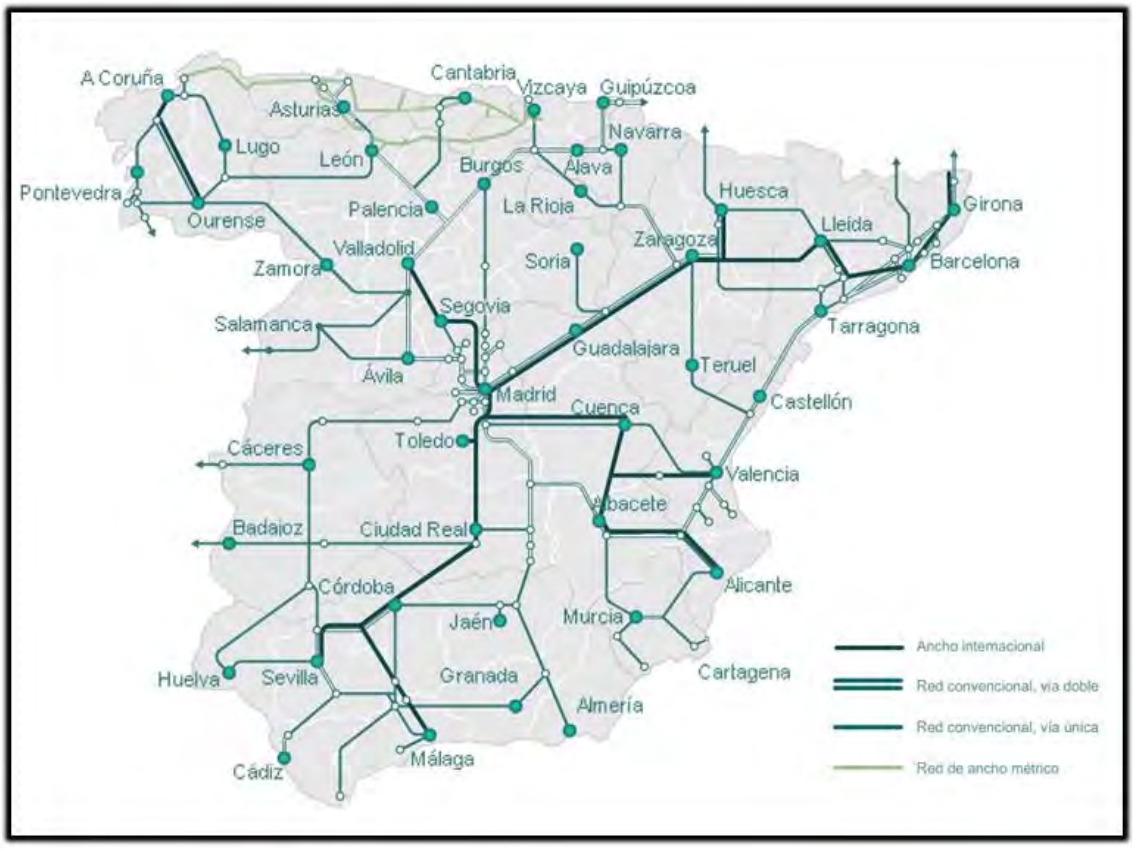
1.1.8.4.- Investigación y desarrollo

El Centro de Tecnologías Ferroviarias (*CTF*) ubicado en el Parque Tecnológico de Andalucía de Málaga, es uno de los principales centros europeos de investigación sobre el sector ferroviario, y ha suscrito acuerdos con más de una treintena de empresas nacionales e internacionales. Desde este centro se coordinan el resto de infraestructuras de I+D de Adif en España.

1.1.8.5.- Red de Adif

Todas las líneas que pertenecían a Renfe en su escisión pasaron a titularidad estatal, siendo administradas por Adif. Lo mismo sucedió con las líneas pertenecientes a FEVE en 2012. A la red original se unen las líneas que han sido construidas desde la creación de Adif.

Gráfico 11. Red completa Adif. Año 2014



Fuente: Adif

Esta red se compone de todas las líneas de España que no están transferidas a las Comunidades Autónomas o son derivaciones privadas. Esto incluye todas las líneas de vía ancha a excepción de las líneas Barcelona-Vallés y Lérida-Puebla de Segur, de carácter regional y pertenecientes a los Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (*FGC*), y todas las de vía estrecha a excepción de las transferidas a Cataluña, País Vasco, Comunidad Valenciana y Baleares.

Toda la línea ferroviaria de Ciudad Real-Badajoz pertenece a la red de Adif y está numerada como línea 520.

La red de Adif está comunicada con numerosos ramales particulares e industriales, y además con otras tres redes:

1) La red portuguesa de REFER a través de los pasos de Tuy, Fuentes de Oñoro, Valencia de Alcántara y Badajoz. La conexión es directa, al ser las dos redes de ancho

similar (1.668 mm español y 1.666 mm portugués) es posible que un tren pase de una red a otra sin realizar cambios.

2) La red francesa de RFF a través de los pasos de Irún-Hendaya y Portbou-Cerbère. Al ser redes de diferente ancho, es necesario trasbordar entre trenes o utilizar un cambiador de ancho. El trasbordo puede ser realizado tanto en las estaciones francesas como en las españolas, ya que los dos pasos tienen vías de ambos anchos, y en cada lado de la frontera hay terminales de trasbordo de pasajeros y de mercancías.

3) La línea de alta velocidad Perpiñán-Figueras perteneciente a TP Ferro, que conecta con la red de Adif en Figueras. Con esta línea conectan vías de Adif tanto de ancho 1.435 mm (directo) como de ancho 1.668 mm (con trasbordo o cambio de ancho). La línea de TP Ferro conecta al otro extremo con la red francesa de RFF.

La red de Adif en el año 2014, se compone de 15.215 kilómetros, repartidos entre tres anchos de vía:

– 11.567 km de vía de ancho 1.668 mm, el usual de las líneas de la península Ibérica desde la creación del primer ferrocarril español. Es utilizado en las líneas convencionales. La velocidad máxima en las líneas convencionales principales es de 160 ó 200 km/h. La red de ancho ibérico data en parte del siglo XIX, y vive en estos momentos un cierto declive.

– 2.322 km de vía de ancho 1.435 mm, el usual de las líneas europeas, llamado ancho UIC por Adif. Se utiliza en las líneas de alta velocidad desde la construcción de la primera en 1992, y para dar continuidad a las estas líneas y las que entran desde Francia. Existieron planes para cambiar toda la red a este ancho, y hacerla compatible con la del resto de Europa. La red de ancho europeo se encuentra actualmente en pleno auge.

– 1.207 km de vía de 1.000 mm de ancho (vía métrica), pertenecientes a la antigua red de FEVE y al Ferrocarril Eléctrico del Guadarrama, una línea del núcleo de Cercanías de Madrid.

Además existen 119 kilómetros de vía de ancho mixto, válida para ambos anchos por el uso de triple carril. En varios puntos donde las redes de ancho ibérico y UIC se encuentran existen cambiadores de ancho que permiten pasar de una a otra.

1.1.8.6.- Red Ferroviaria de Interés General (RFIG)

Con la reestructuración de Renfe se creó la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG), que aglutina aquellas líneas que son esenciales para mantener el servicio de ferrocarril en España. Las líneas pertenecientes a la RFIG tienen que ser administradas por el estado central, y no pueden ser trasferidas a entidades menores. La inclusión y exclusión de líneas en la RFIG las decide el Ministro de Fomento, previo informe de las Comunidades Autónomas afectadas.

La RFIG se compone actualmente de todas las líneas de Adif y las administradas por la Autoridad Portuaria.

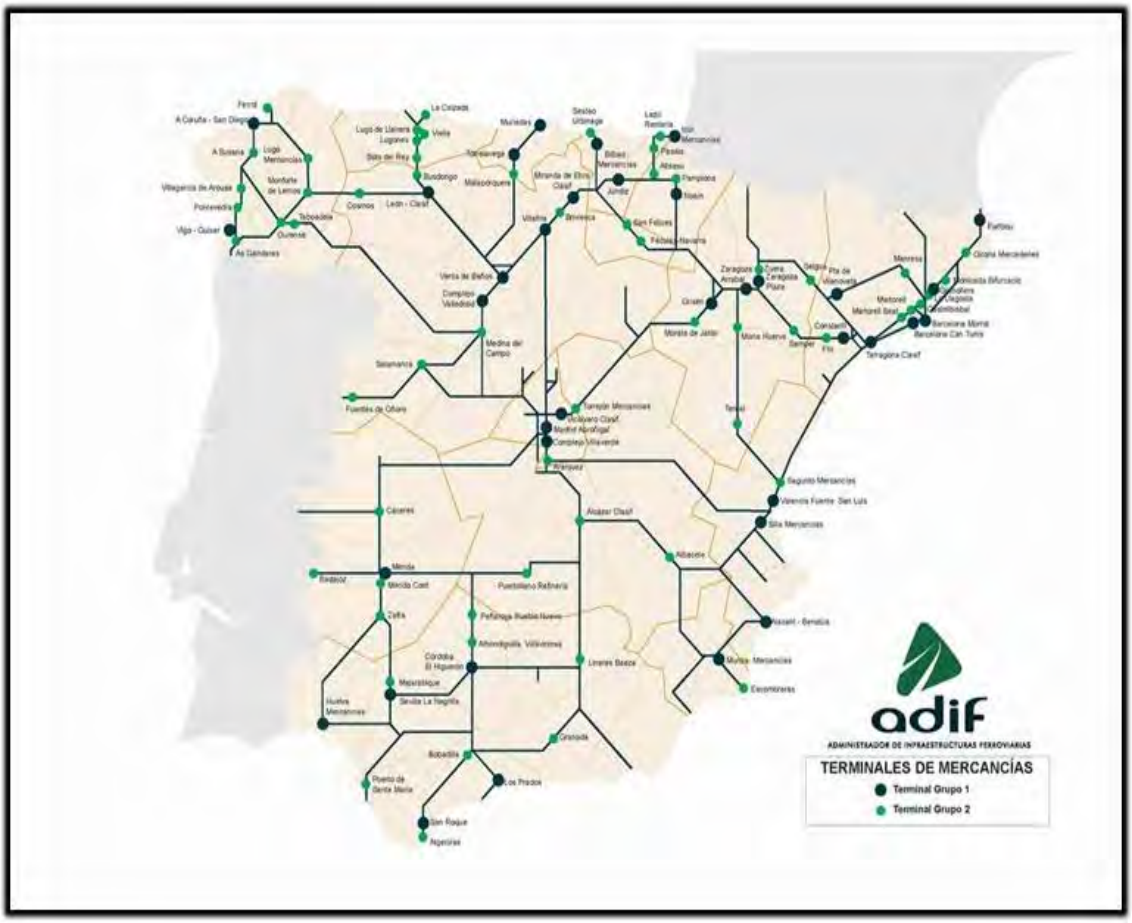
1.1.8.7.- Infraestructuras para mercancías

Adif mantiene una tupida red de infraestructuras y terminales para el tratamiento de mercancías.

En las instalaciones de mercancías, además de las labores típicas de una estación ferroviaria, se pueden realizar todo tipo de maniobras, trasbordo de mercancías, manipulación de contenedores, almacenaje, planificación, alquiler de medios auxiliares, limpieza de material, aparcamiento de vehículos, etc.

Además, los trenes pueden recibir varios servicios en las instalaciones de Adif, como suministro de arena y combustible.

Gráfico 12. Red de ancho ibérico de Adif y principales instalaciones de mercancías



Fuente: Adif

1.1.8.8.- ADAF-certificación

ADAF, Asociación de Acción Ferroviaria, fue creada en 1980 como una entidad sin ánimo de lucro, con el objeto de defender los intereses de las 30 empresas relacionadas con el sector ferroviario que lo fundaron. En la actualidad, son miembros de ADAF más de 50 empresas y su principal objetivo es la normalización técnica y la interoperabilidad en el sector ferroviario.

ADAF creó, en diciembre de 1998, ADAF-certificación, que está actualmente registrada como organismo notificado y que como tal fue notificado por el Estado español a la Comisión y al resto de Estados miembros, en el marco de las directivas de interoperabilidad (96/48 –alta velocidad- y 2001/ 16 –ferrocarril convencional-). En el futuro, ADAF - certificación puede llegar a ser el organismo nacional para la certificación de seguridad del material móvil.

1.1.8.9.- Operadores que utilizan la red de Adif

Según la Ley del Sector Ferroviario los servicios de pasajeros internos en la red de Adif solo pueden ser realizados por Renfe Operadora, hasta que no se produzca la liberación completa en 2017. Cualquier operadora que obtenga los permisos pertinentes puede operar servicios de viajeros internacionales o de mercancías de cualquier tipo.

Fotografía 12. Tren de Takargo/Comsa en la red de Adif

Fuente: Luis Zamora

Son 14 las empresas ferroviarias que tienen licencia para operar en la red de Adif, 8 de las cuales tienen certificado de seguridad:

– Renfe Operadora
– Acciona Rail Services
– Continental Rail
– Comsa Rail Transport
– Tracción Rail
– Activa Rail
– Logitren Ferroviaria
– Fesur, Ferrocarriles del Suroeste

Las 6 empresas que tienen licencia pero no certificado de seguridad son:

– Euskotren
– Arcelormittal Siderail
– FGC
– Alsa
– Guinovart Rail
– Ferrovial Railway.

1.1.8.10.-Material rodante

El material rodante que circula por la red de Adif pertenece a cada uno de los operadores ferroviarios. Además, Adif dispone de varios vehículos propios necesarios para las labores de mantenimiento y testeo de sus líneas.

Entre los trenes de Adif se encuentran todo tipo de dresinas, trenes herbicidas, trenes taller, etc. Los más destacados son los trenes laboratorio Séneca y Talgo XXI, que realizan tareas de auscultación dinámica y geométrica de vía y catenaria así como la comprobación y supervisión de los sistemas de señalización y comunicación de todo tipo de líneas, incluidas las líneas de alta velocidad.

1.2.- EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE FERROVIARIO EN EXTREMADURA. PERIODO 2000-2014

1.2.1.- Periodo 2000-2004: Situación crítica

La falta de inversiones durante décadas ha sido el principal causante del grave deterioro que ha venido sufriendo el transporte ferroviario en Extremadura, lo que le llevó a una situación crítica desde mediados de los noventa hasta finales de 2004.

Horarios inadecuados, excesivos tiempos de viaje, trenes obsoletos, escasez de servicios y una deficiente infraestructura habían provocado una continua pérdida de usuarios, siendo el transporte por ferrocarril apenas testimonial en la región.

Fotografía 13. Automotor diesel 592 de Renfe. Año de fabricación 1984

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.2.2.- Convenio con el Ministerio de Fomento y Adif. 2004

Tras años de negociación, en octubre de 2004 la Junta de Extremadura, el Ministerio de Fomento y Renfe (ahora Adif) firmaron un Convenio de colaboración para mejorar la red ferroviaria interior de Extremadura, en ese momento con la mayor parte de sus líneas al borde del cierre.

Mediante este acuerdo, las distintas administraciones se comprometían a realizar una enorme inversión para iniciar la modernización del ferrocarril extremeño, con el firme propósito de lograr que el tren volviese a desempeñar un papel eficaz como modo de transporte y elemento vertebrador de la región.

Fotografía 14. Traviesas de hormigón polivalentes y carril UIC-54 preparados para ser repuestos en la línea Mérida-Cabeza de Buey

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

El convenio tenía vigencia hasta diciembre de 2009. Contemplaba una inversión cofinanciada de 176,6 M€ , de los que la Junta de Extremadura tenía que aportar 70, para la renovación completa de vía, instalaciones de seguridad y supresión de pasos a nivel en los trayectos Mérida-Zafra, Mérida-Villanueva de la Serena, Zafra-Fregenal de la Sierra y Cáceres-Valencia de Alcántara (259 km).

Incluía otra inversión paralela con cargo exclusivo al grupo Fomento-Adif de unos 70 M€ para la rehabilitación de los trayectos Mérida-Cáceres, Villanueva de la Serena-Cabeza del Buey y Zafra-Llerena (180 km).

Según esta programación, se realizarían obras de modernización en más de 360 kilómetros de la red ferroviaria extremeña, lo que se habría de traducir en un aumento considerable de la seguridad, comodidad y fiabilidad de las circulaciones, además de permitir un importante incremento de las velocidades comerciales con la consiguiente reducción de tiempos de viaje.

Fotografía 15. Automotor diesel 592 circulando por la estación de Aldea del Cano (Cáceres) antes de llevarse a cabo el convenio con Renfe Operadora

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.2.3.- Convenio con Renfe Operadora 2005-2009

Como continuación del Convenio firmado con el Ministerio de Fomento y Adif para modernizar la red ferroviaria extremeña, en marzo de 2005 la Junta de Extremadura llevó a cabo la firma de otro convenio con Renfe Operadora para hacer posible la mejora de los servicios ferroviarios regionales de la Comunidad de Extremadura.

Fotografía 16. R-598 circulando en la red ferroviaria extremeña

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

La finalidad de este Convenio era la de revitalizar el transporte ferroviario en la región, acompasando su mejora al desarrollo y modernización de la red ferroviaria interior, puesta ya en práctica mediante el acuerdo con el Ministerio de Fomento y Adif.

El convenio tenía vigencia hasta diciembre de 2009. La Junta se hacía cargo de los trayectos más deficitarios mediante una subvención anual de 6,5 M€.

Este acuerdo al fin hacía posibles el incremento del número de relaciones, la introducción de los más modernos trenes regionales, la mejora de los horarios, la reducción de los tiempos de viaje y la adecuación del servicio a la demandas de la población extremeña.

Gráfico 13. Actuaciones previstas en el convenio Adif-Junta de Extremadura. Años 2004-2008

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Tabla 4. Valoración presupuestaria de las actuaciones previstas en el convenio Adif-Junta de Extremadura. Años 2004-2008

OBRAS COFINANCIADAS:	
•Tramo Mérida-Zafra (65 Km)	
(renovación vía, nuevas instalaciones de seg. y supresión 20 P.N.)	70,64 m. €
•Tramo Villanueva de la Serena-Mérida (59 Km)	
(renovación vía, nuevas instalaciones de seg. y supresión 18 P.N.)	61,65 m. €
•Tramo Zafra-Fregenal de la Sierra (47 Km)	
(renovación vía, tratamiento de trincheras y falsos túneles)	28,20 m. €
•Tramo Cáceres-Valencia de Alcántara	
(supresión 18 pasos a nivel)	4.03 m. €
•Tramo Mérida-Zafra (apeadero en Zafra)	0,32 m. €
TOTAL INVERSIÓN COFINANCIADA	164,84 m. €
OBRAS REALIZADAS POR FOMENTO/ADIF CON CARGO EXCLUSIVO A SUS PRESUPUESTOS :	
•Tramo Mérida-Aljucén-Cáceres: renovación vía y estaciones, mejora trincheras (28 Km)	5,8 m. €
•Tramo Castuera-Villanueva de la S.: renovación vía (38 Km) y supresión10 P.N.	13,52 m. €
•Tramo Cáceres-Valencia de Alcántara: renovación de vía y estaciones (40 Km)	15,56 m. €
•Tramo Zafra-Llerena. 1ª Fase renovación de vía (16 Km)	4,0 m. €
TOTAL INVERSIÓN DE FOMENTO/ADIF	38,88 m. €
TOTAL INVERSIÓN REALIZADA	203,72 m. €

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Con ello se modernizaba y ampliaba notablemente la anterior oferta, mejorando las conexiones con Madrid y revitalizando la conectividad interior mediante la creación de la “Estrella de Mérida” a través de la coordinación de horarios para permitir los enlaces en dicha estación. Por primera vez llegarían trenes nuevos y de altas prestaciones a Extremadura, los R-598.

Entre 2004 y 2008, como actuaciones cofinanciadas, se ejecutan las obras de renovación de vía y mejora de instalaciones en los trayectos Mérida-Zafra, Mérida-Villanueva de la Serena y Zafra-Fregenal de la Sierra (170 km), con una inversión de 162,3 M€ , de los que la Junta ya había aportado 64,3 M€ .

En el mismo periodo, y dentro de las actuaciones con cargo a Fomento/Adif, se acomete la renovación de la vía entre Villanueva y Castuera, y en gran parte de las líneas Cáceres-Valencia de A. y Mérida-Cáceres (110 km). Estas obras han supuesto una inversión de unos 34 M€. Al mismo tiempo son suprimidos 65 pasos a nivel en los trayectos antes mencionados.

El desarrollo del convenio con Renfe Operadora hizo que se incrementaran en un 50% el número de servicios, pasando de los 15 diarios existentes en 2004 a los 28 diarios en la actualidad. De estos 28 servicios la Junta de Extremadura subvencionaba 14.

De acuerdo al convenio, a partir de 2005 Renfe Operadora puso en circulación en los trayectos extremeños los vehículos R-598 y TRD-594, que eran los trenes diesel más modernos existentes hasta entonces, capaces de circular a 160 km/h.

En 2006 y 2007 se realizaron ajustes de horarios y notables reducciones en los tiempos de viaje gracias a la modernización de la infraestructura. Como consecuencia de estas mejoras, el número de viajeros se duplicó, pasando de 303.000 en 2004 a 650.000 en 2008.

Fotografía 17. Evolución del material rodante. Automotores 592 y R-598 en la estación de Mérida

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Fotografía 18. Renovación de vía entre Mérida y Zafra (Badajoz)

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Fotografía 19. Supresión de pasos a nivel en Valdetorres (Badajoz)

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Fotografía 20. Arreglo de trincheras y construcción de falsos túneles entre Zafra y Fregenal (Badajoz)

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Fotografía 21. Cartel obras cofinanciadas. Tramo Zafra-Fregenal (Badajoz)

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

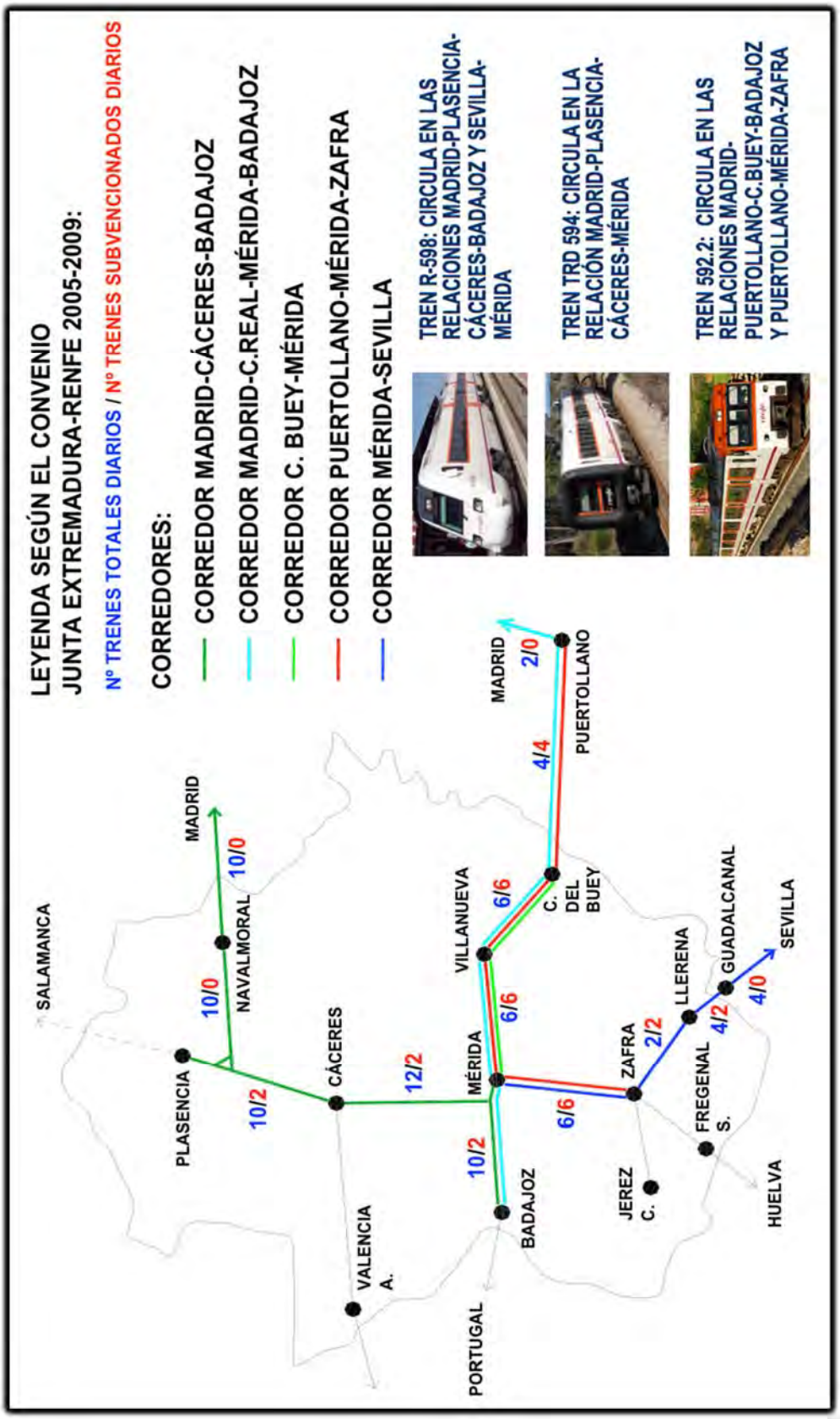
Tabla 5 .Costes del convenio entre la Junta de Extremadura y Renfe Operadora. Periodo 2005-2009

SERVICIOS	TIPO TREN	SERVICIOS POR SENTIDO DIARIOS	Nº TOTAL SERVICIOS DIARIOS	TRAYECTO SUBVENCIONADO	KM Trayecto	KM Trayecto subvenc.	COSTE KM AÑO 2010	DÍAS CIRCULACIÓN AÑO	TOTAL KM ANUALES	TOTAL COSTE ANUAL	TOTAL KM ANUALES SUBVENC.	TOTAL COSTE ANUAL PARTE SUBVENCIÓN JUNTA EX.
Madrid-Cáceres-Badajoz	R-598	1	2		461		9,26	365	336.530	3.116.267,80		
Madrid-Plasencia-Cáceres-Badajoz	R-598	1	2		491		9,26	365	358.430	3.319.061,80		
Madrid-Plasencia-Cáceres-Mérida	TRD	2	4		432		8,50	339	585.792	4.979.232,00		
Madrid-Plasencia	TRD	1	2		270		8,50	365	197.100	1.675.350,00		
Plasencia-Cáceres-Mérida-Badajoz	R-598	1	2	Plasencia-Mérida	221	162	9,26	365	161.330	1.493.915,80	118.260	1.095.087,60
Madrid-Puertollano-Mérida-Badajoz	592.2	1	2	Puertollano-Mérida	600	240	10,10	365	438.000	4.423.800,00	175.200	1.769.520,00
Puertollano-Mérida-Zafra	592.2	1	2	Puertollano-Zafra	305	305	10,10	365	222.650	2.248.765,00	222.650	2.248.765,00
Mérida-Sevilla	R-598	1	2	Mérida-Guadalcanal	239	130	9,26	365	174.470	1.615.592,20	94.900	878.774,00
Mérida-Cabeza del Buey	R-598	1	2	Mérida-C. del Buey	128	128	9,26	313	80.128	741.985,28	80.128	741.985,28
Mérida-Badajoz	592.2	1	2	Mérida-Badajoz	59	59	10,10	365	43.070	435.007,00	43.070	435.007,00
Mérida-Cáceres	592.2	1	2		72		10,10	365	52.560	530.856,00		
Mérida-Zafra	592.2	1	2	Mérida-Zafra	65	65	10,10	365	47.450	479.245,00	47.450	479.245,00
Llerena-Sevilla	R-598	1	2		134		9,26	365	97.820	905.813,20		
TOTALES.....		14	28						2.795.330	25.964.891,08	781.658	7.648.383,88

SERVICIOS DIARIOS SEGÚN CONVENIO.....28
SERVICIOS DIARIOS SUBVENCIONADOS.....14
COSTE ANUAL TOTAL SERVICIOS CONVENIO.....25,9 M. €
COSTE SERVICIOS SUBVENCIONADOS.....7,6 M. €
MEDIA INGRESOS ANUAL PARTE SUBVENCIONADA.....0,7 M. €
COSTE FINAL PARTE SUBVENCIONADA.....6,9 M. €

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Gráfico 14. Mapa de servicios previstos en el convenio entre la Junta de Extremadura y Renfe Operadora entre los años 2005-2009



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.2.4.- Convenio Fomento-Adif. Prórroga 2009-2012

A partir de 2008 se produce una importante ralentización de las obras que el Ministerio y Adif tenían que ejecutar a su cargo. Como consecuencia de las reprogramaciones presupuestarias del contrato programa entre Fomento y Adif, se quedan sin modernizar los trayectos Castuera-Cabeza del Buey, Zafra-Llerena y el resto de Mérida-Cáceres (97 km).

La insistencia de la Junta de Extremadura para concluir las actuaciones aplazadas se traduce en la firma de una prórroga del convenio hasta mediados de 2012, acordada a finales de 2009.

En octubre de 2014, de entre las obras pendientes, sólo se ha realizado la 1ª fase de la renovación de vía entre Zafra y Llerena (16 km por 4 M€) y **el tramo Mérida-Aljucén**, (6 km por 1,6 M€)

Al término de la prórroga del convenio en junio de 2012, se habían invertidos 200 M€ en la mejora de la red ferroviaria interior de Extremadura. De esta inversión, 64 M€ habían sido aportados por el Ejecutivo Autonómico.

Sin embargo, pospuestas desde 2008, finalmente quedaron sin ejecutarse actuaciones muy importantes para mejorar los trayectos Mérida-Carmonita, Zafra-Llerena y **Castuera-Cabeza del Buey**, cuantificadas en unos 30 M€.

A pesar de las notables mejoras realizadas, el lastre que aún suponen los trayectos que permanecen sin arreglar, su mal estado, así como su progresivo deterioro, están mermando en gran medida la calidad y prestaciones del servicio ferroviario.

En octubre de 2014 se puede concluir que los objetivos planteados en el convenio con Fomento y Adif no se han cumplido, al no haberse completado aun la mejora de los corredores cuya modernización se consideraba vital para la recuperación del ferrocarril extremeño.

Gráfico 15. Actuaciones pendientes de ejecución en el convenio 2004-2008

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Fotografía 22. Castuera-Cabeza del Buey (30 km)

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Fotografía 23. 2ª Fase Zafra-Llerena (24 km)

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Fotografía 24. Mérida-Cáceres: Trayecto Carmonita-El Carrascalejo-Aljucén (21 km)

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

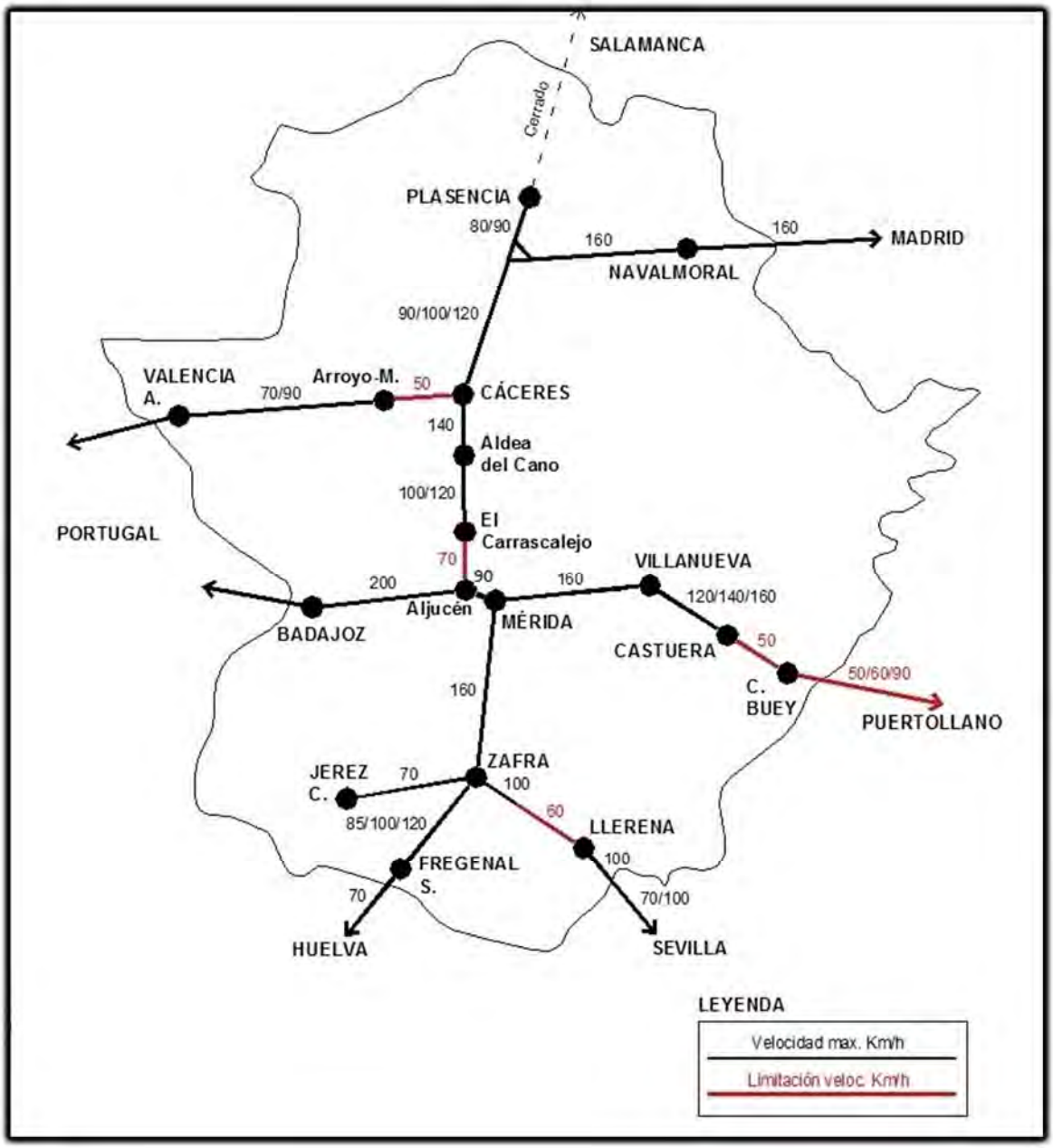
Fotografía 25. Mérida-Cáceres: Trayecto Aljucén-Mérida (6 km)

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.2.5.- Estado actual de la red ferroviaria de Extremadura. Año 2014

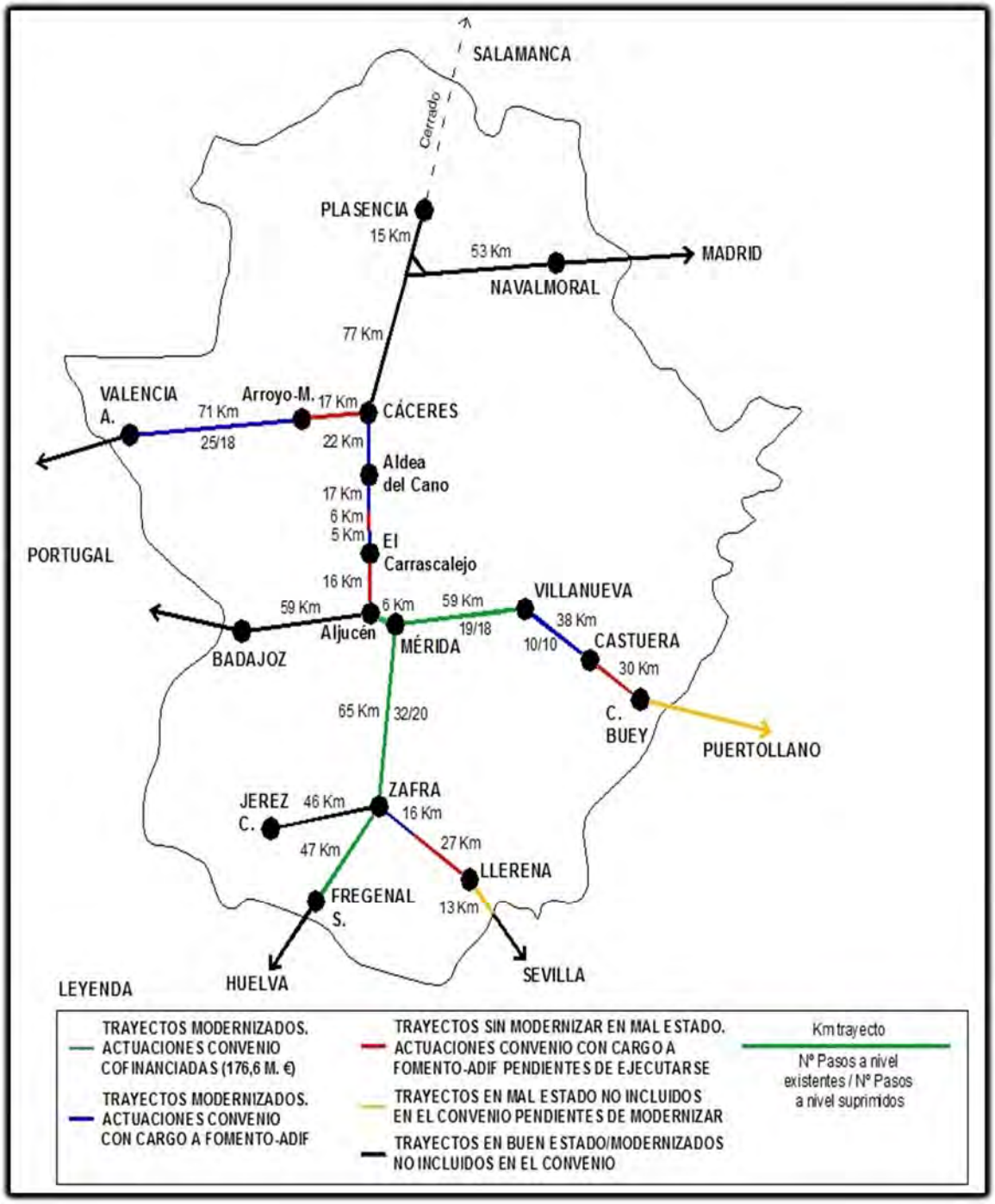
A continuación se adjuntan dos esquemas de la situación actual de la red ferroviaria extremeña, actualizados a octubre de 2014. La primera refleja las velocidades máximas que se pueden alcanzar por tramos y se resalta en rojo las limitaciones existentes por la superestructura de la vía. La segunda refleja las distintas actuaciones que se han realizado o están pendientes de ejecutar sobre la red.

Gráfico 16. Esquema de velocidades máximas en la red ferroviaria



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Gráfico 17. Estado de la red ferroviaria interior de Extremadura



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.2.6.- Badajoz-Puertollano (Cofemanex). La alternativa de Brazatortas

El trayecto ferroviario manchego-extremeño de Puertollano-Badajoz (Cofemanex), por su posición estratégica, constituye parte del corredor Sines-Puertollano-Madrid-Zaragoza-París, denominado Corredor Central (antiguo eje 16), y se incluye en la Red Global de la Red Transeuropea de Transportes (red TEN-T) para el tráfico de mercancías.

Aprovechando la potencialidad del corredor y la necesidad de mejorarlo, en julio de 2009 el Ministerio de Fomento planteó la renovación completa de la línea entre Castuera y Brazatortas, incluyendo la construcción en esta última estación de un cambiador de ancho para poder conectar con la LAV Madrid-Sevilla y mejorar los tiempos de viaje entre Madrid y Badajoz.

Estas actuaciones tampoco llegaron a ejecutarse, y finalmente, la pérdida del carácter prioritario que tenía este corredor ha relegado este recorrido a la red secundaria de apoyo al Corredor Atlántico-Mediterráneo.

Fotografía 26. Tren de la Serie 730 en Puertollano. (Ciudad Real)

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

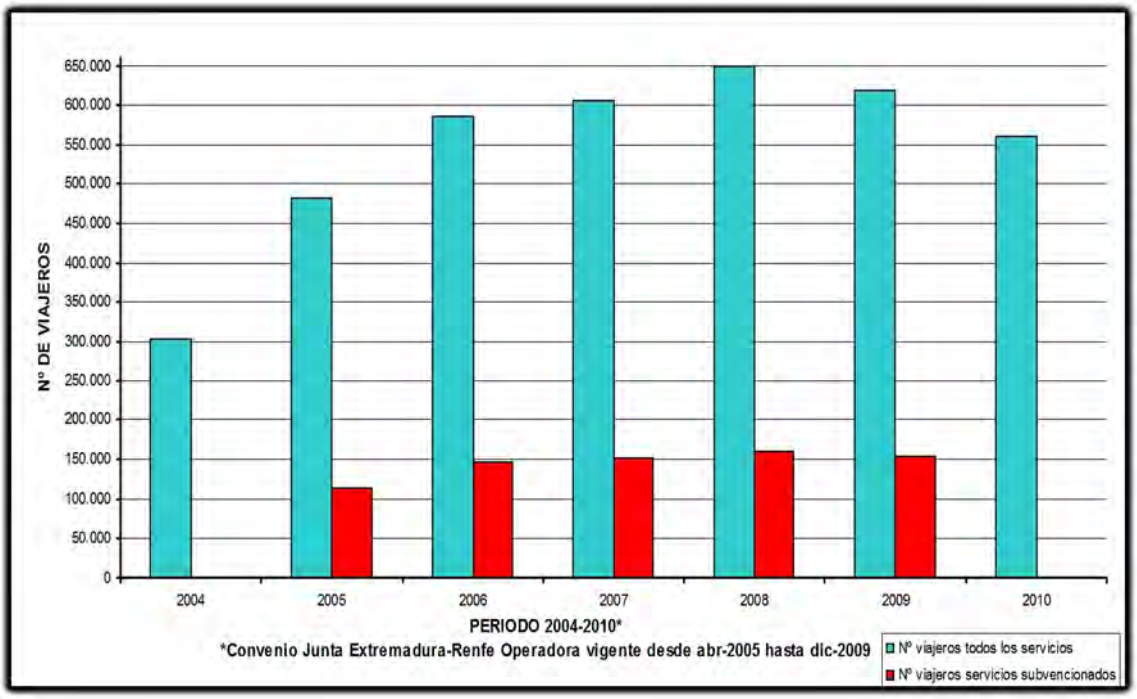
1.2.7.- Fin del convenio con Renfe y nuevo deterioro del servicio. 2009

El Convenio con Renfe Operadora finalizó su vigencia en diciembre de 2009, pasando hasta 3 años sin acuerdo para mejorar los servicios. Hasta entonces, y cumpliendo lo estipulado en el convenio, la Junta de Extremadura había abonado a Renfe Operadora 30 M€ por el déficit de los trayectos subvencionados.

Las negociaciones entre la Junta de Extremadura y Renfe Operadora para la consecución de un nuevo convenio con mejores prestaciones se paralizaron a raíz de las incidencias que comenzaron a mediados de 2010: huelgas de interventores, sustitución de trenes por autobuses, frecuentes averías, supresión de servicios por falta de material y/o personal, sustitución de vehículos por otros de menor calidad.

Estos problemas derivados de la mala gestión de Renfe Operadora, unidos a la falta de convenio con la Junta de Extremadura, provocaron un nuevo deterioro del servicio ferroviario en la región.

Gráfico 18. Evolución del número de viajeros en los trenes regulares de Extremadura. Periodo 2004-2010



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.2.8.- Pérdida de trenes de larga distancia

Otro de los motivos que durante los últimos años ha supuesto una merma de calidad del servicio ferroviario en la región ha sido la pérdida y sustitución de trenes de larga distancia por servicios regionales.

Hasta diciembre de 2010 estuvo circulando un Talgo Pendular entre Madrid y Badajoz vía Cáceres. Este servicio fue sustituido por un tren R-598, que si bien reducía los tiempos de viaje y el coste del billete, ofrecía unas prestaciones inferiores al servicio anterior.

El servicio Arco Barcelona-Badajoz fue sustituido poco después también por un tren de media distancia con transbordo en Alcázar.

En agosto de 2012, con motivo del cierre por parte de Portugal de la línea de Valencia de Alcántara a Marvao y Torres das Vargens, el tren-hotel Lusitania Madrid-Lisboa pasó a circular vía Salamanca-Vilar Formoso.

Los servicios de larga distancia son prestados por Renfe de acuerdo al contrato-programa con el Estado, no estando sujetos a subvención alguna.

Fotografía 27. Tren Arco Barcelona-Badajoz por Guareña (2010)

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Fotografía 28. Tren Talgo Madrid-Cáceres-Badajoz. Cañaveral 2010

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Fotografía 29. Tren Hotel Lusitania Madrid-Cáceres-Lisoba. Madrid (2011)

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.2.9.- Necesidad de un plan mejora del transporte ferroviario

A finales de 2011, la pérdida de servicios de larga distancia, la falta de las inversiones comprometidas y los reiterados retrasos en las obras de la línea de alta velocidad, habían situado de nuevo al ferrocarril en la región en una situación muy comprometida.

Fotografía 30. Tren R-598 sustituto del Talgo Madrid-Badajoz. Aljucén 2011

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Para revertir esta situación, en julio de 2012 el Gobierno de Extremadura alcanza un nuevo acuerdo con el Ministerio de Fomento para poner en marcha una serie de medidas que permitieran mejorar a corto plazo el ferrocarril en la región. De esta manera se pone en marcha el Plan de Optimización y Mejora del Transporte Ferroviario en Extremadura.

El plan se basa en tres puntos fundamentales:

– Reestructuración del servicio ferroviario (iniciado en octubre de 2012).

– Conclusión de las obras pendientes en la red convencional

  Aprovechamiento de las obras de la LAV para mejorar a corto plazo las conexiones entre Extremadura y Madrid.

1.3.- PLAN DE OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DEL TRANSPORTE FERROVIARIO EN EXTREMADURA. AÑO 2012

1.3.1.- Introducción

En los últimos años, el ferrocarril convencional en Extremadura ha venido atravesando una nueva etapa de decadencia marcada por carencias históricas, con una red ferroviaria obsoleta en muchos tramos y con unos servicios ferroviarios mal organizados e inadecuados a la demanda actual.

Por otra parte, la crisis económica actual está imponiendo una serie de ajustes en todos los ámbitos, lo que, ante la falta de recursos económicos, está obligando a buscar la eficiencia y optimización de nuestros servicios públicos en aras de evitar un recorte drástico de los mismos.

Ante esta situación, en julio de 2012 el Gobierno de Extremadura y el Ministerio de Fomento acordaron poner en marcha un **Plan de Optimización y Mejora del Transporte por Ferrocarril** en la región, tanto a nivel de servicios como de infraestructuras, para adaptar este medio de transporte a nuestras necesidades reales, con el fin de lograr su viabilidad y garantizar su continuidad. Estas actuaciones han comenzado a llevarse a cabo desde el 2 de octubre de 2012.

Con la aplicación de estas medidas, la administración regional, en coordinación con el Ministerio de Fomento, pretende alcanzar uno de sus principales objetivos, como es el mantener y mejorar el transporte ferroviario de la Comunidad, garantizando la movilidad de nuestros ciudadanos mediante un ferrocarril eficiente y sostenible como servicio público.

1.3.2.- Antecedentes

1.3.2.1.- Convenio Junta de Extremadura-Renfe Operadora

Entre abril de 2005 y diciembre de 2009, la Junta de Extremadura y Renfe Operadora mantuvieron un convenio de colaboración para la prestación y mantenimiento de los servicios ferroviarios regionales. Este acuerdo, si bien no se cumplió en su totalidad, posibilitó la mejora del transporte ferroviario en la región mediante la introducción de nuevos trenes, el aumento de frecuencias y la mejora de relaciones y horarios. Gracias a ello, en poco tiempo fue posible duplicar el número de viajeros.

1.3.2.2.- Nueva decadencia del servicio ferroviario

A lo largo de 2010, una serie de graves deficiencias que se produjeron en la prestación de los servicios regionales, así como la persistencia de las mismas, impidieron la renovación o firma de un nuevo acuerdo con Renfe Operadora. Por otra parte, entre 2010 y 2012 Extremadura había perdido todos los servicios de larga distancia con que contaba. Esta situación provocó un nuevo deterioro del servicio ferroviario en la región, perdiéndose gran parte de las mejoras logradas durante el periodo en que estuvo vigente el convenio.

1.3.2.3.- Obligaciones de Servicio Público

La entrada en vigor a partir de 2013 de las Obligaciones de Servicio Público del transporte ferroviario de viajeros impuestas por la UE, y el fin de las subvenciones del Estado a Renfe, afectó a la continuidad de ciertos trayectos que se prestan en la región extremeña y que cuentan con pocos usuarios.

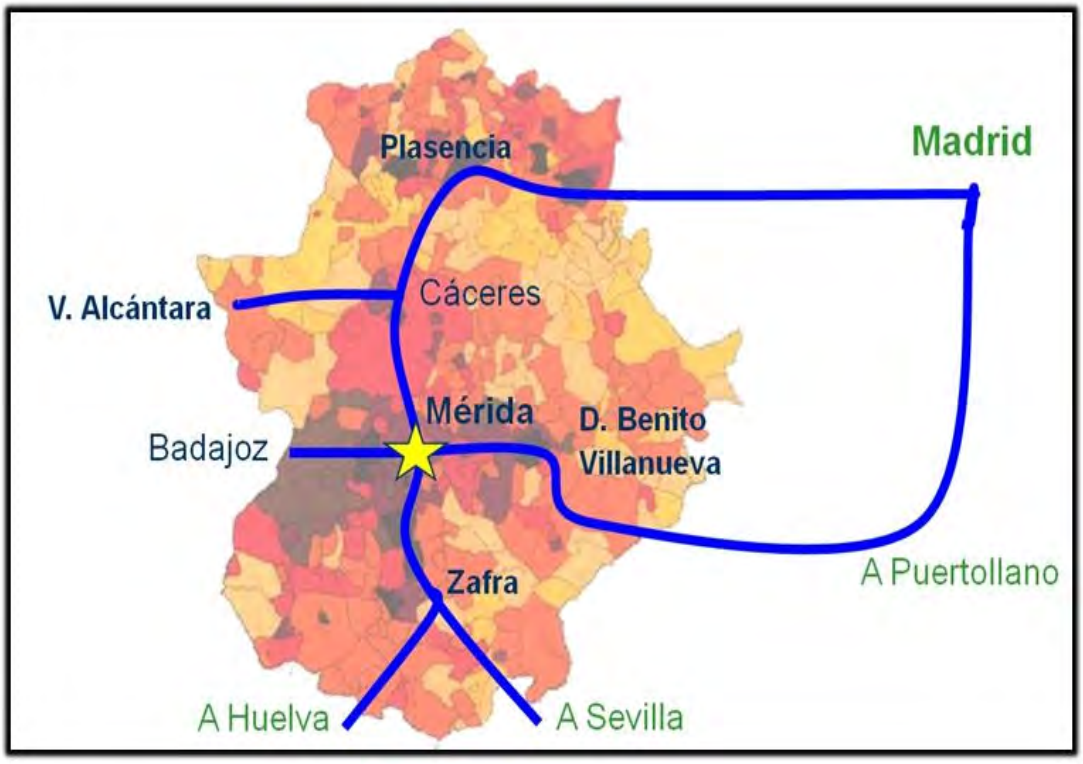
1.3.3.- Nuevas Obligaciones de Servicio Público

En junio de 2010 el Gobierno aprobó un Acuerdo que fijaba las bases para la declaración de "servicio público" de líneas de transporte ferroviario de viajeros que se consideren de interés general por razones sociales, económicas y medioambientales, así como las compensaciones correspondientes por el coste de dichos servicios, y las obligaciones del operador, entre ellas los indicadores de calidad que deben cumplirse en su prestación.

El Acuerdo deriva del Derecho Comunitario, en concreto, de la aplicación del Reglamento 1370 de 23 de octubre de 2007, que limita las subvenciones estatales al ferrocarril a las estrictamente necesarias para la compensación de aquellos servicios deficitarios cuya continuidad esté justificada por razones de eficiencia energética, social, económica o medioambiental. Dicho Reglamento establece que el resto de los servicios ferroviarios deben regirse por criterios de competencia comercial y no deben percibir ayudas del Estado.

De acuerdo a esta normativa de la UE, el Consejo de Ministros aprobó el 28 de diciembre de 2012, la relación de los servicios ferroviarios de transporte de viajeros, así como los tramos y frecuencias, que han sido garantizados mediante Obligaciones de Servicio Público. Ante este escenario, el Gobierno de Extremadura logró mediante el acuerdo alcanzado con Fomento y Renfe, la declaración de OSP del 61% de las nuevas relaciones.

Gráfico 19. Esquema de la red ferroviaria de Extremadura



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.3.4.- Situación del servicio ferroviario antes del ajuste

En la actualidad, todos los servicios ferroviarios que Renfe Operadora presta en Extremadura son de tipo Media Distancia o Regional.

En diciembre de 2

010 el servicio Talgo Madrid-Badajoz fue sustituido por un tren de media distancia. Lo mismo sucedió en diciembre de 2011 con el servicio Arco Barcelona-Badajoz.

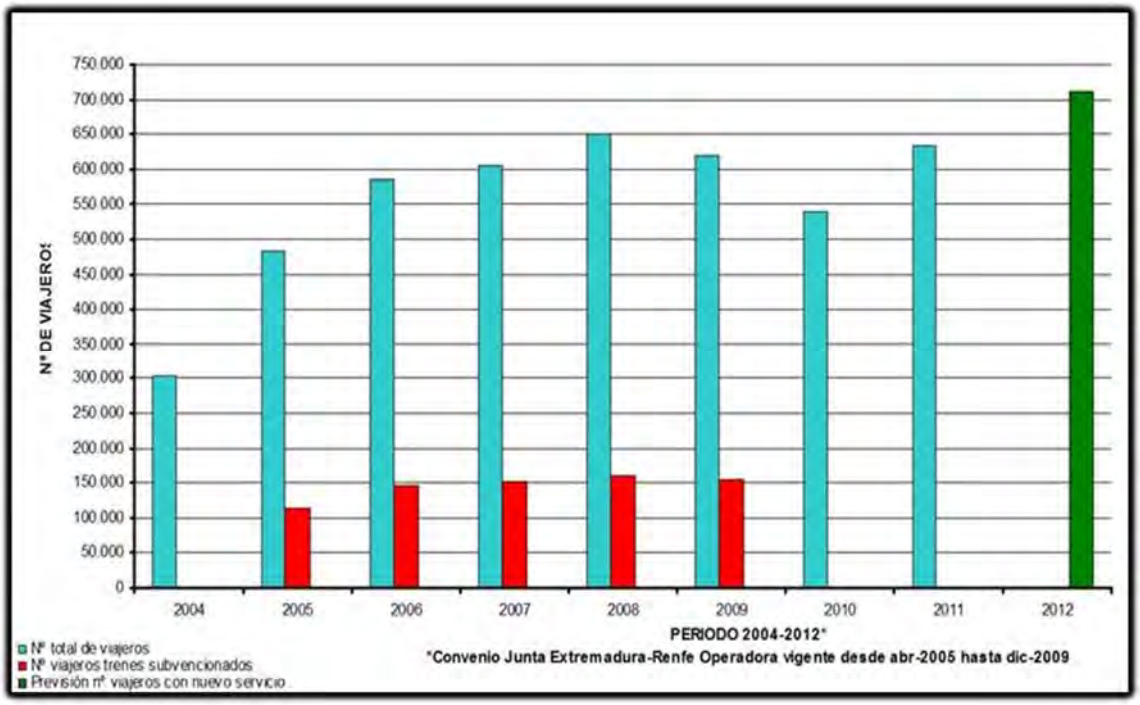
En agosto de 2012, y debido al cierre de la línea de Marvao a Torres das Vargens por parte de Portugal, Extremadura perdió su último tren de larga distancia, el histórico Lusitania Madrid-Lisboa.

Al año venían usando el ferrocarril en Extremadura una media de 600.000 usuarios. En 2012, y gracias a las mejoras realizadas, se superaron los 700.000. En 2013 siguió creciendo hasta los 750.000 y en 2014 se han alcanzado los 800.000 usuarios.

El 67% del volumen total de viajeros se desarrolla a lo largo del corredor Madrid-Plasencia-Cáceres-Mérida-Badajoz.

El 33% del volumen restante de viajeros se desarrolla a lo largo de los corredores Badajoz-Cabeza del Buey-Puertollano, Puertollano-Mérida-Zafra, Mérida-Sevilla y en servicios interiores entre Cáceres, Mérida y Badajoz. Estos servicios suelen tener pocos usuarios, generando un alto déficit de explotación.

Gráfico 20. Evolución del nº de viajeros en trenes regionales en Extremadura. Periodo 2004-2012



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.3.5.- Objetivos del Plan de Optimización

Mejorar las prestaciones de los servicios de media distancia y garantizar el mantenimiento de los mismos: Con esta propuesta se han reducido los costes de explotación y se ha mejorado la eficiencia y calidad del servicio mediante el ajuste de horarios, la reducción de los tiempos de viaje, la mejora del material rodante y la implantación de nuevas políticas comerciales para hacer más accesible el tren a los ciudadanos.

Lograr un mejor aprovechamiento de nuestro ferrocarril: Con este proyecto, y desde la experiencia del último convenio entre la Junta de Extremadura y Renfe Operadora, se han comenzado a aplicar las soluciones más idóneas para optimizar los servicios de acuerdo a su evolución durante los últimos seis años: problemas e incidencias producidos, variación de la demanda, ajustes de horarios, modificación de relaciones, costes e ingresos, producción y explotación.

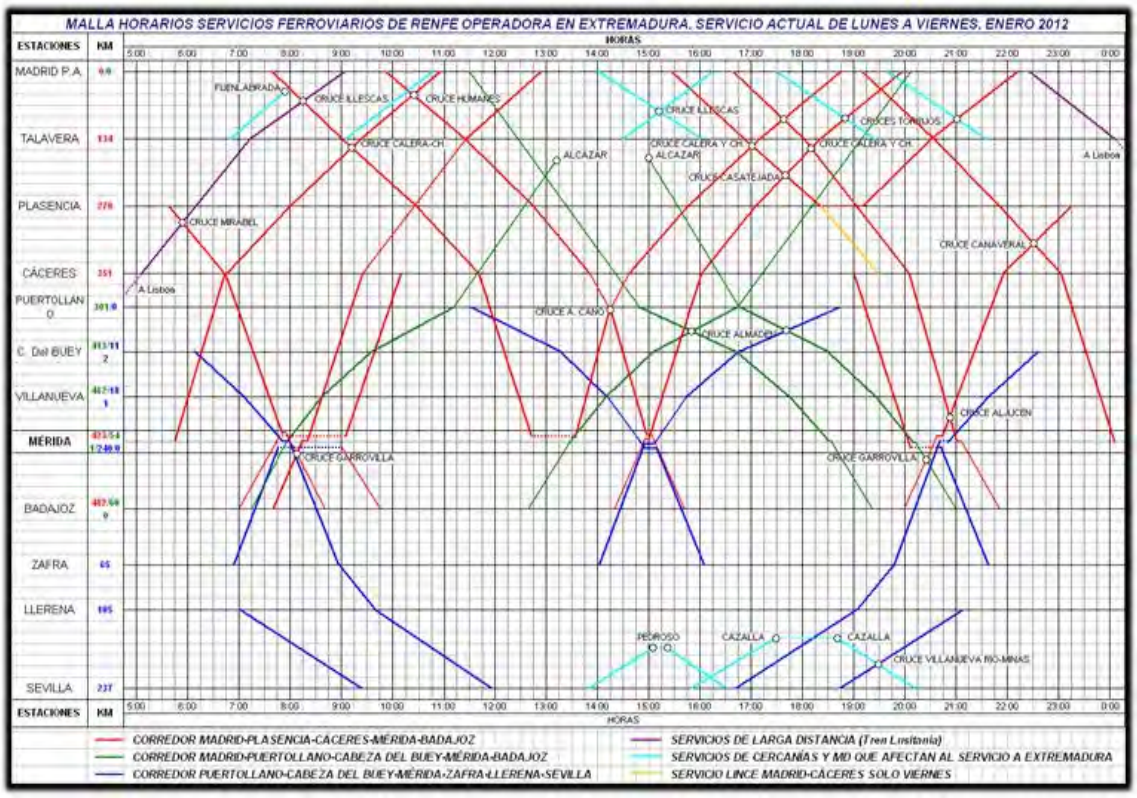
Replantear la movilidad para garantizar la sostenibilidad del servicio: El principal objetivo de este proyecto es la optimización y mejora del transporte ferroviario de viajeros en Extremadura, de manera que se garantice su viabilidad económica y social. Por ello, ha sido necesario replantear las necesidades de movilidad, a fin de lograr un ferrocarril eficiente y sostenible como servicio público.

1.3.6.- Deficiencias del antiguo servicio ferroviario

Trenes interiores con pocos viajeros: Existían servicios interiores que, bien por circular solapados a otros servicios intrarregionales o en horarios inadecuados, no tenían apenas usuarios. Muchos de ellos estaban por debajo de los 10 viajeros/día, generando un gran déficit en la explotación.

Trenes intrarregionales con pocos viajeros: También había servicios con origen-destino fuera de Extremadura que, bien por problemas de infraestructura, por horario inadecuado o por escasez de población de la zona que atraviesan, en parte de su trayecto prestaban un servicio deficiente, con escasos usuarios y alto déficit de explotación. Esto sucedía especialmente en el trayecto **Castuera-Cabeza del Buey-Puertollano**.

Gráfico 21. Malla de trenes con horarios del antiguo servicio



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.3.6.1.- Surcos duplicados

La progresiva sustitución de los servicios de larga distancia por trenes de media distancia estaba provocando incompatibilidad en los horarios por solape de los mismos, dando lugar a servicios con las mismas prestaciones que circulan prácticamente a la par, lo que originaba competencia por los viajeros y falta de regularidad al haber oferta duplicada para la misma demanda.

1.3.6.2.- Problemas de infraestructura

A pesar de las mejoras realizadas en la infraestructura ferroviaria gracias al convenio Junta de Extremadura-Ministerio de Fomento-Adif, aún existen tramos muy deteriorados con velocidades comerciales por debajo de los 60 km/h (Castuera-Cabeza del Buey-Puertollano, Mérida-Aljucén y parte del Zafra-Llerena), así como instalaciones de seguridad obsoletas que reducen en gran medida la capacidad de la explotación.

1.3.6.3.- Mal funcionamiento de relaciones con potencial de usuarios

Analizando los datos de movilidad facilitados por Renfe Operadora a lo largo del antiguo convenio, era evidente que las relaciones interiores directas que se implantaron en un principio en los recorridos Badajoz-Mérida-Cáceres-Plasencia y Cabeza del Buey-Mérida-Zafra, a pesar de tener enlace en Mérida, no funcionaban como se esperaba, al seguir dándose los principales flujos de viajeros en las direcciones norte-sur y este-oeste.

1.3.6.4.- Diversidad tarifaria

Existían hasta cuatro tarifas en los servicios ferroviarios extremeños: Regional, TRD, R-598 y MD (Media Distancia), generando así confusión en la demanda, e imposibilitando la implantación de títulos de transporte unificados válidos para todas las relaciones.

1.3.6.5.- Diversidad de material rodante

Convivían distintos tipos de vehículos: automotores 598, 594, 592.2 y 592. Esto dificultaba la gestión de gráficos de personal y de incidencias, así como el mantenimiento, además de generar recursos pasivos de material, al no poder rotar entre vehículos de distinta serie.

1.3.6.6.- Averías y falta de mantenimiento del material motor

La falta de mantenimiento en algunas series de vehículos venía provocando numerosas incidencias que mermaban en gran medida la calidad del servicio.

1.3.6.7.- Ausencia de política comercial

No se realizó campaña comercial alguna ni cambios o ajustes de horarios desde Mayo de 2007 hasta septiembre de 2011, cuando se organizó el 1º operativo especial durante la Feria Internacional de Ganado de Zafra.

1.3.7.- Medidas adoptadas para mejorar el servicio ferroviario

1.3.7.1.- Reestructuración global del servicio

El 2 de octubre de 2012 se acometió una completa reestructuración del servicio ferroviario en la región. Esto se ha traducido en un ajuste completo de horarios, importantes reducciones en los tiempos de viaje, creación de nuevos enlaces en Mérida, Madrid y Puertollano, eliminación de competencias entre surcos de Media y Larga Distancia y adecuación de la oferta comercial a las necesidades reales de la población.

Fotografía 31. Servicio de autobuses de acceso a la estación de ferrocarril de Plasencia

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.3.7.2.- Optimización del servicio de viajeros

Se ha llevado a cabo una optimización y mejora global del servicio ferroviario, con un importante ahorro en los costes de explotación sin afectación a los usuarios, mediante la creación de nuevas relaciones y la fusión e integración de servicios con escasa demanda en otros ya existentes, pero con nuevas y mejores prestaciones tanto en horarios como en material rodante. De esta manera se han adaptado servicios con destino fuera de la Comunidad (hasta Madrid, Sevilla, Huelva o Puertollano) para que también atiendan los tráficos internos regionales, con lo que se ha conseguido cubrir ambas demandas, ganando viajeros y eficiencia.

Fotografía 32. Detalles del R-598

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.3.7.3.- Nuevos servicios y relaciones

Atendiendo a reivindicaciones históricas, se ha creado un nuevo servicio diurno entre Madrid y Valencia de Alcántara, se ha implantado por primera vez un servicio entre Madrid y Huelva por Extremadura, se ha creado una nueva relación diaria entre Extremadura y Madrid por la tarde, y se han recuperado las direcciones naturales de la movilidad en la región, Norte-Sur y Este-Oeste, estableciéndose relaciones directas en los **trayectos Cáceres-Mérida-Zafra-Sevilla y Puertollano-Cabeza del Buey-Mérida-Badajoz**, siempre manteniendo ambas la posibilidad de enlace en Mérida.

Fotografía 33. Detalles del S-599

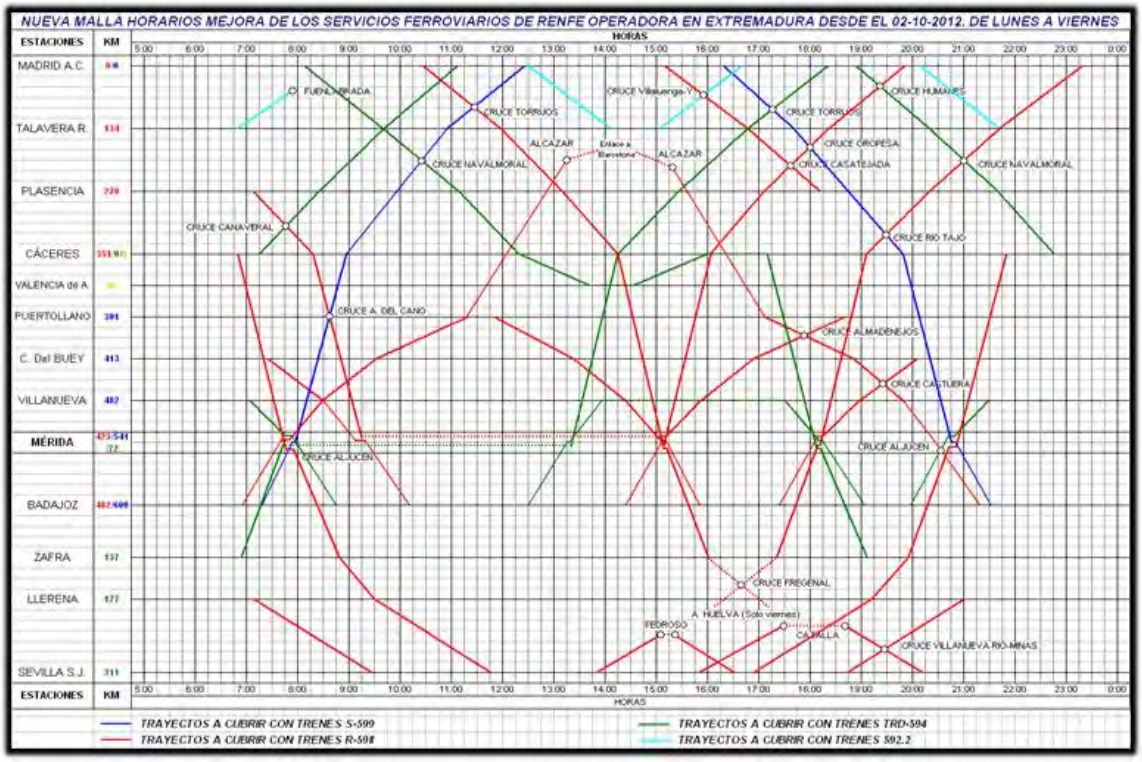
Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.3.7.4.- Nueva estrella de Mérida

Se han optimizado y ajustado los horarios de enlaces en las Estrellas de Mérida (se coordinan los horarios para aprovechar la posición estratégica de esta estación y poder enlazar hacia todos los destinos), y se ha creado una nueva estrella a media tarde.

Nuevos enlaces combinados vía AVE: Se han creado nuevos enlaces combinados en Puertollano con Madrid, Sevilla y Valencia vía AVE. También se han creado enlaces combinados en Madrid-Atocha con Zaragoza y Barcelona.

Gráfico 22. Malla de trenes con horarios del servicio actua en Extremadura



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.3.7.5.- Incorporación de trenes de última generación

Con el cambio de servicio, se han incorporado trenes diesel de última generación S-599 a la relación principal Madrid-Cáceres-Badajoz. Estos vehículos son lo más moderno y avanzado de Renfe en material diesel para viajeros.

1.3.7.6.- Mejora del material rodante a nivel general

Se ha llevado a cabo una renovación sustancial en el parque motor de los servicios que presta Renfe en la región, mediante la incorporación de nuevos trenes 598 y 594 TRD. De esta manera ha sido posible eliminar los trenes más antiguos de la serie 592, que llevaban ya más de 30 años realizando servicios en la región. Con ello se ha conseguido ofrecer una importante mejora a los viajeros, tanto en confort como en reducción de tiempos de viaje, además de simplificar la explotación y el mantenimiento.

1.3.7.7.- Nuevos títulos multiviaje

En breve se implantarán nuevos abonos multiviaje unificados, válidos para todas las relaciones y colectivos en el ámbito de la Comunidad Autónoma. Esta nueva oferta supondrá un importante descuento sobre las tarifas ordinarias, a fin de hacer al tren más competitivo y accesible frente a otros medios de transporte.

1.3.7.8.- Nueva oferta transporte combinado tren+autobús urbano

En Mérida, Badajoz y Cáceres se irá implantando de forma progresiva una nueva oferta que permita la coordinación de las rutas de autobús urbano con las estaciones de ferrocarril en función de los horarios de llegada y salida de los trenes. De esta manera se adaptarán rutas de autobús existentes y se crearán otras nuevas para facilitar el transporte combinado entre el ferrocarril y los principales centros laborales y comerciales de dichas ciudades.

En Mérida con las nuevas Consejerías del Gobierno de Extremadura y centros administrativos de la zona del III Milenio.

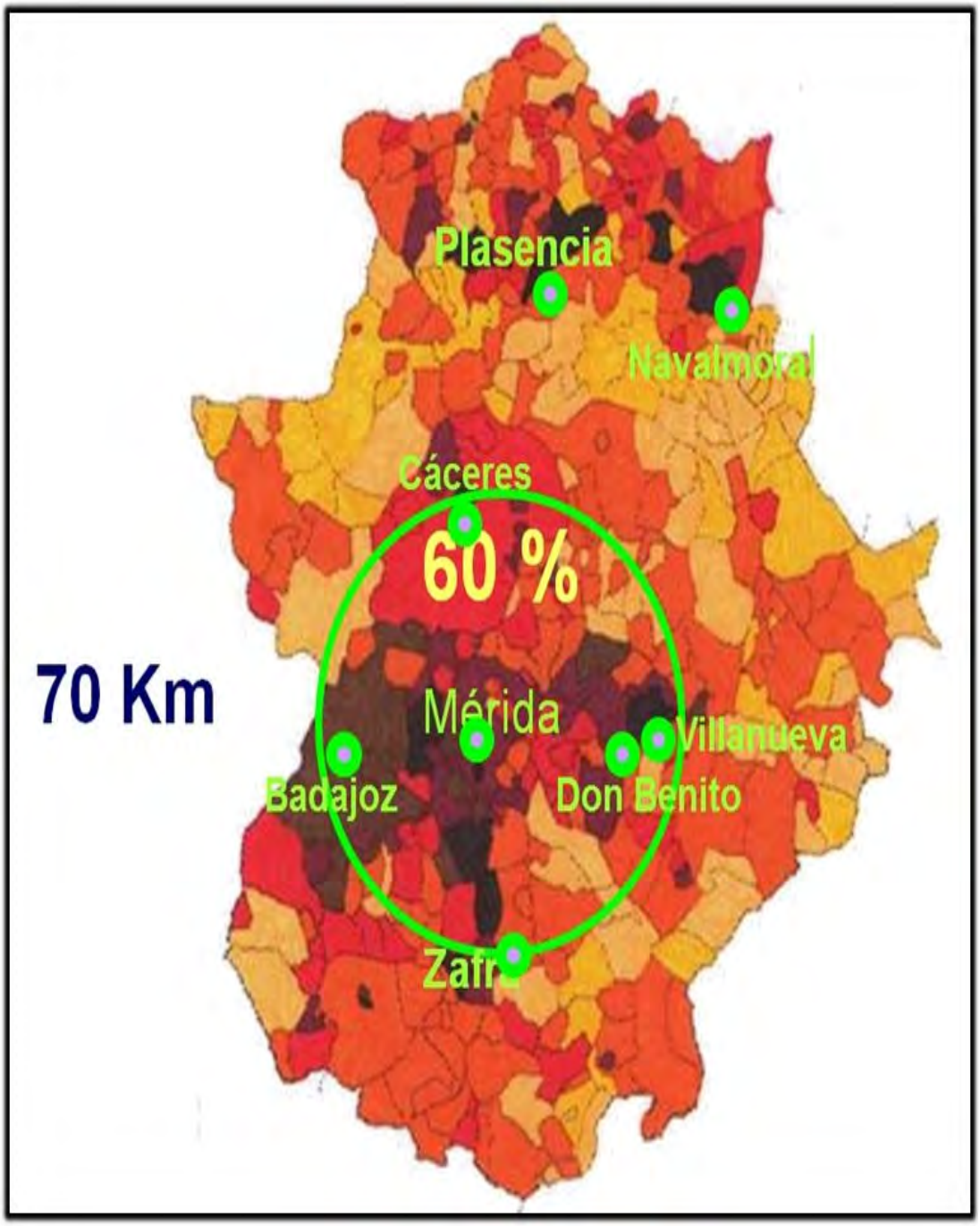
En Badajoz con la avenida de Elvas, abarcando el Hospital Infanta Cristina, el Campus Universitario y los centros comerciales y de ocio de la zona Ifeba y el Faro del Guadiana.

En Cáceres con el centro urbano y el campus universitario.

1.3.8.- Articulación del servicio ferroviario sobre la población

Aproximadamente un 60% de la población Extremeña se encuentra englobada en un círculo de 70 kilómetros alrededor de Mérida. En este círculo se articula gran parte de la mejora del servicio ferroviario.

Gráfico 23. Articulación del servicio ferroviario sobre la población en Extremadura



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Gráfico 24. Plan de Optimización. Material rodante antiguo

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Gráfico 25. Plan de Optimización. Material rodante nuevo

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.3.9.- Nuevo Convenio con Renfe Operadora. Año 2012

El Gobierno de Extremadura cierra un nuevo convenio con Renfe Operadora en julio de 2012, para garantizar el mantenimiento y continuidad de aquellos servicios regionales que no han sido declarados **Obligación de Servicio Público (OSP)**. A través de dicho acuerdo, el ejecutivo autonómico se hace cargo del déficit de explotación de dichas relaciones para evitar su supresión.

Tabla 6. Plan de Optimización. Mejora de los tiempos de viaje

AJUSTE DE LOS TIEMPOS DE VIAJE EN LAS CONEXIONES INTERIORES Y TRAYECTOS INTRARREGIONALES DESDE EL 2-10-12

RELACIÓN	KM TOTAL RECORRIDO	MÍNIMO Nº PARADAS	MEJOR TIEMPO DE VIAJE ANTERIOR	*NUEVO MEJOR TIEMPO DE VIAJE	REDUCCIÓN TIEMPO DE VIAJE	NUEVA VELOCIDAD MEDIA COMERCIAL
MÉRIDA-BADAJOZ	59	1	37 m	35 m	2 m	101 Km/h
PLASENCIA-MADRID	270	6	2 h 51 m	2 h 42 m	9 m	100 Km/h
CASTUERA-VILLANUEVA-MÉRIDA	98	5	1 h 11 m	1 h	11 m	98 Km/h
CÁCERES-MADRID	330	8	3 h 46 m	3 h 32 m	14 m	93 Km/h
BADAJOZ-CÁCERES-MADRID	461	11	5 h 31 m	5 h 09 m	22 m	90 Km/h
MÉRIDA-CÁCERES-MADRID	402	9	4 h 51 m	4 h 28 m	23 m	90 Km/h
MÉRIDA-CÁCERES	72	0	63 m	51 m	12 m	85 Km/h
BADAJOZ-CÁCERES	131	2	1 h 43 m	1 h 33 m	10 m	85 Km/h
ZAFRA-MÉRIDA	65	5	52 m	47 m	5 m	83 Km/h
PUERTOLLANO-MÉRIDA	240	11	3 h 25 m	3 h 15 m	10 m	74 Km/h
MÉRIDA-SEVILLA	241	17	3 h 56 m	3 h 45 m	11 m	64 Km/h
ZAFRA-HUELVA	185	10	3 h 30 m	3 h 10 m	20 m	60 Km/h

** Los tiempos de viaje entre Extremadura y Madrid se calculan hasta/desde la estación de Madrid-Atocha Cercanías.

* Tiempos de viaje para trenes con velocidad max. de 160 km/h.

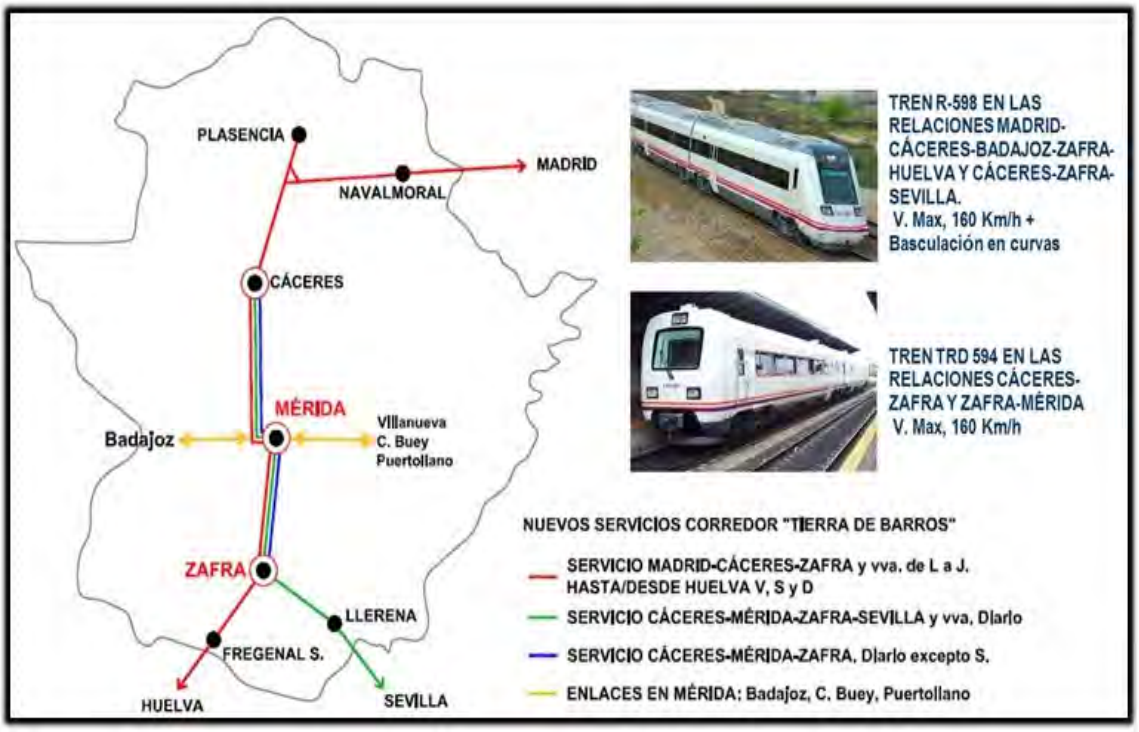
Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

En el caso de Extremadura, los servicios ferroviarios que no han sido declarados OSP son todas las relaciones interiores que articulan los servicios puramente regionales: Plasencia-Mérida, Cabeza del Buey-Badajoz, Villanueva de la Serena-Badajoz, Cáceres-Zafra y Zafra-Mérida. Estos servicios cuentan por lo general con bajos índices de ocupación, pero están coordinados con los servicios intrarregionales y son indispensables para garantizar la vertebración interior del territorio.

Los ajustes llevados a cabo con el plan de optimización y la mejora de las relaciones intrarregionales han permitido que los servicios no OSP se reduzcan a un 40% del total de relaciones semanales, que al ser puramente regionales apenas suponen un 16% del total de km que cubren anualmente los trenes en la región. Gracias a ello, la subvención para mantener todo el servicio se ha reducido notablemente en comparación con el anterior convenio, pasando de 7,5 M€ anuales a solo 3,5 M€.

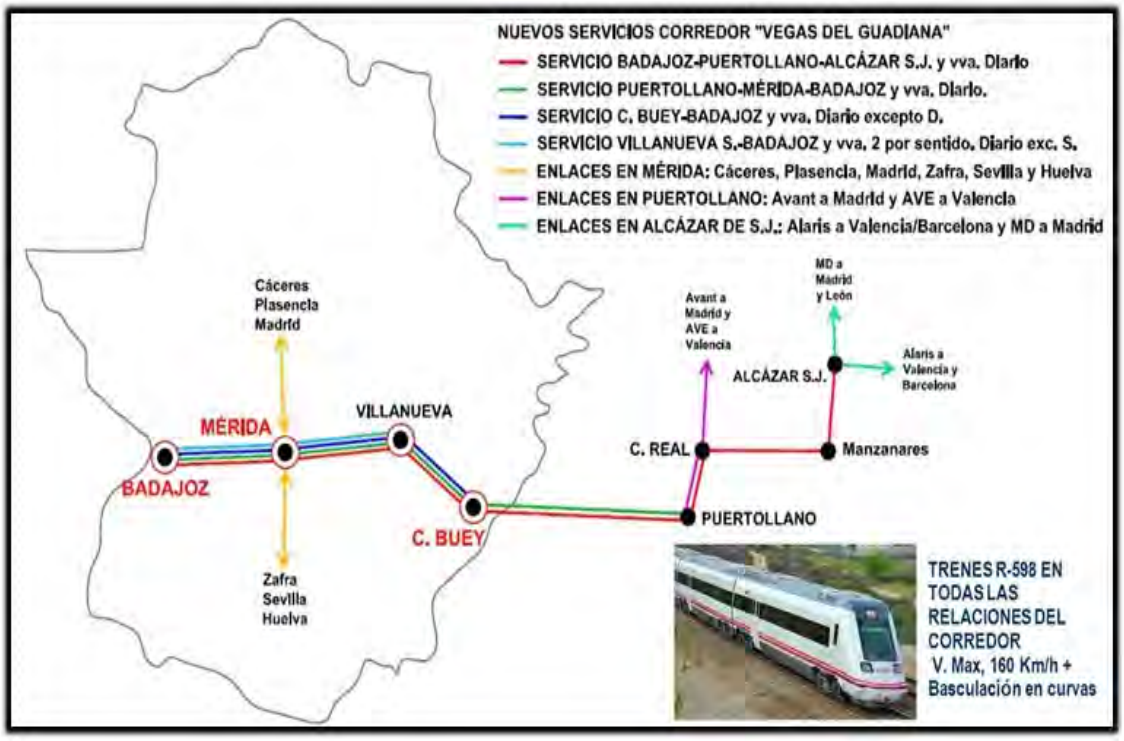
Siendo conocida la desfavorable situación de partida, y dado que los cambios y ajustes que se están llevando a cabo son recientes, será necesario un tiempo de espera para comprobar el funcionamiento de los nuevos servicios y obtener resultados favorables. No obstante, para lograr estos objetivos será fundamental el avance en la mejora de las infraestructuras según lo contemplado en el Plan de Optimización:

Gráfico 26. Nuevas relaciones y oferta. Corredor "Tierra de Barros"



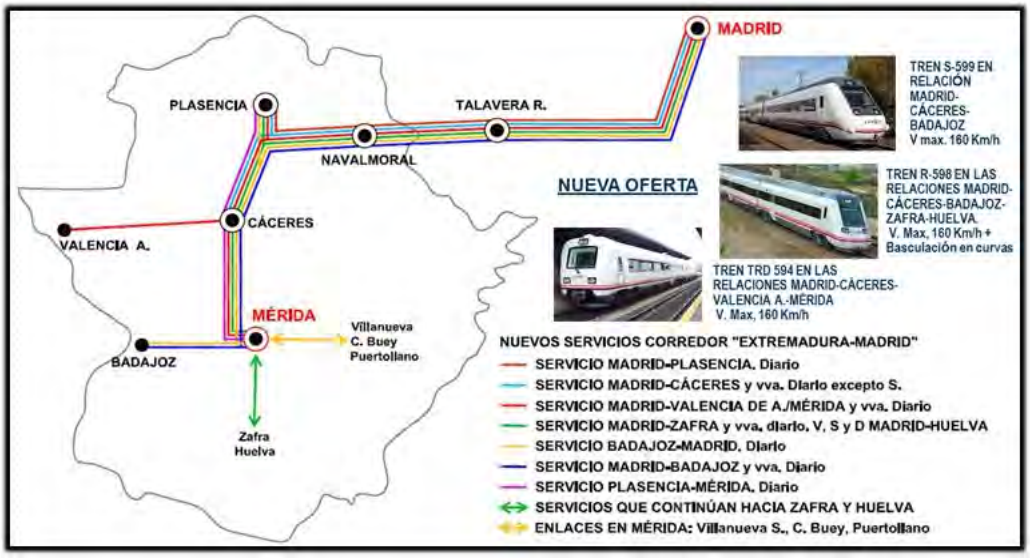
Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Gráfico 27. Nuevas relaciones y oferta. Corredor "Vegas del Guadiana"



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Gráfico 28. Nuevas relaciones y oferta. Corredor "Extremadura-Madrid"



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

La conclusión de las obras de mejora de la red convencional que aún están pendientes será determinante de cara a consolidar las mejoras del servicio. A este respecto, y según el acuerdo alcanzado entre el Gobierno de Extremadura y el Ministerio de Fomento, entre 2013 y 2015 se acometerán las reformas de los trayectos **Castuera-Cabeza de Buey, Mérida-Aljucén** y Zafra-Llerena.

El 17 de septiembre de 2014 se ha terminado de colocar la última traviesa de hormigón monobloque polivalente (PR-01) en el tramo **Mérida-Aljucén**, desapareciendo por tanto las traviesas de madera en todo el tramo **Mérida-Badajoz**.

Fotografía 34. Sustitución de traviesas de madera por traviesas polivalentes de hormigón monobloque (PR-01) en el tramo Mérida-Aljucén. Septiembre 2014

Fuente: Consejería de Fomento. Gobierno de Extremadura

Por otra parte, la progresiva puesta en valor de la línea de alta velocidad entre Plasencia y Badajoz, en tanto continúan las obras de otros tramos hasta su terminación, significará un gran avance en las comunicaciones ferroviarias entre Extremadura y Madrid, al poder los trenes convencionales aprovechar dicha plataforma a velocidades de hasta 200 km/h, con lo que se podrán reducir los tiempos de viaje entre Badajoz y Madrid en una hora y media empleando nuevos trenes Talgo tipo Alvia o similar. Supondrá una inversión de 290 M€ y será efectivo a finales de 2015.

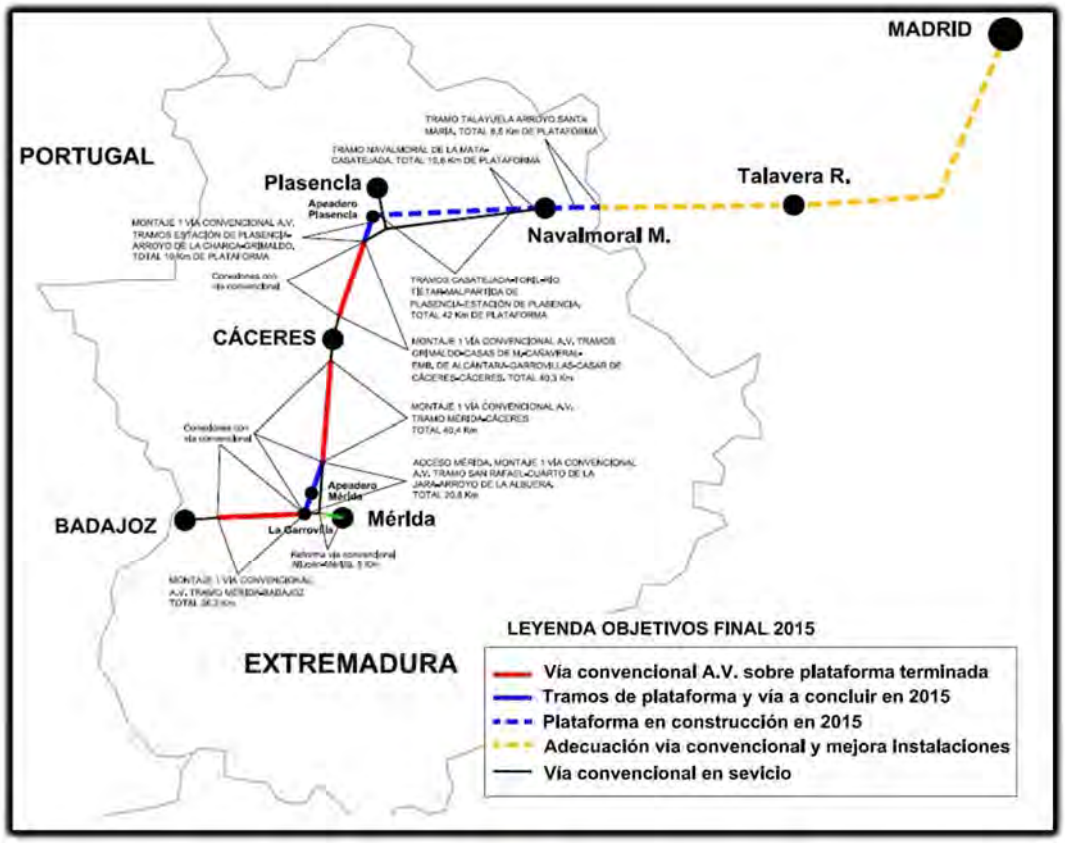
Fotografía 35. Traviesas monobloque en el tramo Mérida-Aljucén, sustituidas en septiembre/14

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 36. Plataforma de la línea de alta velocidad extremeña y ferrocarril convencional en el PK 496/800 cerca de Novelda. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Gráfico 29. Aprovechamiento de la línea de la Alta Velocidad de Extremadura. Perspectivas para finales de 2015



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.4.- LA RED TRANSEUROPEA DE TRANSPORTES (RTE-T)

1.4.1.- Historia de la red transeuropea de transportes (RTE-T)

La importancia de las infraestructuras de transporte en el proceso de configuración y consolidación de los mercados, es tal que, de no existir unas redes adecuadas a las exigencias de la demanda que garanticen la movilidad, la implementación del mercado único comunitario sería inviable al carecer de un soporte físico que permitiese la libre circulación de bienes y personas.[2]

El hecho de que históricamente las infraestructuras de transportes se concibieran según esquemas nacionales retraso el desarrollo de las redes transeuropeas de transporte (RTE-T). La Comunidad Europea, en su proceso de integración de los Estados miembros, no sintió la necesidad formal de intervenir en materia de infraestructura de transporte, ya que la competencia de la misma era exclusiva de ellos.

A finales de los años ochenta, la Comunidad Europea impulsó el proyecto de instauración de una red transeuropea de infraestructura de transporte; planteándose la necesidad de intervenir en la planificación de la infraestructura de transporte, con el fin de definir las redes bajo una óptica comunitaria que superase los enfoques nacionalistas.

Este nuevo marco de actuación tiene su plasmación normativa en el **Tratado de Maastricht de 1992**, que impone a la Comunidad la tarea de contribuir a la creación y al desarrollo de redes de infraestructuras de transporte, telecomunicaciones y energía.

[2] Cesar Muñoz Martínez. Universidad de Educación a Distancia. Departamento de Economía Aplicada.

Estas redes se insertan en el objetivo general de cohesión económica y social y persiguen en el ámbito del transporte los siguientes objetivos: construir conexiones necesarias para facilitar el transporte; optimizar las infraestructuras existentes; conseguir la interoperabilidad de los elementos de la red; prever la ampliación de la UE a terceros países; intentar la eliminación de los cuellos de botella; y contribuir al desarrollo sostenible y al requilibrio modal.

1.4.1.1.- Los catorce proyectos de Essen

En 1994, con presidencia alemana, se celebra en la ciudad de Essen el Consejo que pasará a la historia por la selección definitiva de los catorce proyectos prioritarios, financiados en modesta parte por la Comunidad Europea, que marcan el inicio de las infraestructuras materiales de las redes de transporte con modelo de espacio europeo.

Los catorce de Essen salen de una referencia de 47 proyectos reseñados por el Grupo Christophersen, como fruto de la siempre difícil negociación del Consejo Europeo, por ser los de mayor garantía financiera y tener el respaldo político de los estados afectados.

El tono de la declaración del Consejo manó optimismo y las recomendaciones de los anexos II y III se dirigieron a los aspectos vitales operativos para dar, definitivamente salida a tantos años de parálisis política.

Si el Consejo de Essen había supuesto una superación de la tradicional indiferencia política del Consejo Europeo en materia de transporte, el comportamiento de los estados a la hora de implementar los proyectos, cada uno en su país, volvió a adolecer de decisión y claridad en cuanto a las prioridades europeas. Llegaría el Libro Blanco del Transporte de 2001 e incluso la revisión de 2005 y sólo estarían concluidos tres de los catorce proyectos: el número 10, Aeropuerto de Malpensa en la ciudad italiana de Milán; el número 9, la línea ferroviaria de mercancías de Irlanda y el número 11, enlace fijo ferrocarril/carretera entre Dinamarca y Suecia (Enlace fijo de Oresund).

Otros seis proyectos se encontraban con retrasos desproporcionados con respecto a sus fechas programadas; entre ellos el número 3 ferrocarril de alta velocidad Madrid-Barcelona-frontera-Perpiñán-Montpellier y Madrid-Vitoria-Dax. El proyecto número 8, Autopista de Lisboa-Valladolid, sería sustituido por un Corredor Multimodal Portugal-España-Centro de Europa en 2001.

La Unión Europea, por medio de esta política de cofinanciación, pretendía coordinar y promover los proyectos de infraestructuras de interés comunitario a fin de crear una red comunitaria, moderna y eficiente. Sin embargo, la implementación de los proyectos de Essen sacó a relucir las dificultades para establecer un marco de ayudas para la ejecución de los proyectos; limitando el establecimiento de una política de infraestructuras del transporte.

1.4.1.2.- Orientaciones comunitarias en el desarrollo de la RTE-T

A mediados de 1996, el Parlamento y el Consejo adoptaron la **Decisión 1692/96/CE** relativa a las **"Orientaciones Comunitarias para el Desarrollo de la Red Transeuropea de Transporte"**. Esta disposición, junto a los Reglamentos 792/93, 1664/94, 2236/95 y 1665/99, con los que se creaba el Fondo de Cohesión y se determinaban las normas generales para la concesión de ayudas financieras comunitarias en el ámbito de las redes transeuropeas, constituyeron la base del marco legislativo que desarrolló las directrices del Tratado de Maastricht y que permitió poner en marcha la política de infraestructuras en el marco de la Unión Europea.

La propuesta de la Decisión 1692/96 tenía como objetivo principal favorecer la interconexión e interoperabilidad de las redes nacionales. La infraestructura propuesta que se iba a realizar hasta 2010 incorporaba los mencionados proyectos de Essen, además de la construcción de aproximadamente 23.000 kilómetros de líneas ferroviarias de alta velocidad y alrededor de 27.000 km de carreteras de gran capacidad.

El coste de estas infraestructuras programadas para 2010 ascendía aproximadamente a 450.000 millones de euros, que debían cofinanciarse con cargo a las Perspectivas financieras 1995-1999 y al marco financiero determinado en la Agenda 2000.

Las ayudas comunitarias en el período 1995-1999, excluidos los préstamos del Banco Europeo de Inversiones, supusieron una cifra aproximada de 2.300 millones de euros anuales de muy distinta procedencia: Fondo de Cohesión - 7.500 M€ -, Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) -3.500 M€ -, partida presupuestaria de las RTE-T - 1.840 M€ -. Aunque, la Comisión trato de fomentar la participación privada en la financiación a través de las Asociaciones Público-Privadas (APP o PPP), las aportaciones provenientes de las ayudas comunitarias que arrastraban tasas de cofinanciación obligatorias resultaron insuficientes. La escasa dotación de la línea presupuestaria de las RTE-T y la dificultad de poner de acuerdo a los países afectados que seguían manteniendo posiciones nacionalistas retrasaron la ejecución de los proyectos descritos y evidenciaron los problemas de financiación de las infraestructuras con carácter transnacional.

En marzo de 1999, el Consejo Europeo, bajo presidencia alemana, con tensas reuniones propias de debates presupuestarios, aprueba en Berlín la denominada Agenda 2000. La constituyen una serie de acuerdos institucionales y compromisos entre los que destacan, por no decir acapara su contenido, las Perspectivas Financieras 2000-2006, ambos años incluidos.

En este presupuesto indicativo que se comprometen a respetar todas las instituciones, para no superar los niveles de gasto general y por partidas, se perfilan todos los fondos, de procedencia estrictamente presupuestaria europea, que van a asistir a la realización de las infraestructuras y modelos de gestión del transporte.

El resultado global de los posibles inputs al presupuesto europeo destinado al transporte puede cifrarse en aproximadamente 4.000 millones de euros anuales, con el hándicap de que no pertenecen a un fondo unificado, transparente y visible, destinado al transporte. Como fruto de ello, la coordinación entre las distintas actuaciones es inexistente y por tanto la sinergia de las inversiones desaparece en gran medida.

La laguna financiera que se puede constatar entre objetivos y disposición de medios económicos es evidente y auguraba una mortalidad de proyectos similar a los catorce de Essen o retrasos considerables en la ejecución de los mismos. Por ello, se multiplicaron los esfuerzos para buscar fórmulas que, sin alterar las normas de la competencia, incorporen a la iniciativa privada en los proyectos.

1.4.1.3.- El libro blanco de transporte de 2001

El **Libro Blanco del Transporte de 2001**, *"La política europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad"* pone de relieve la insuficiencia e inadecuación de las redes de transporte. Los retrasos en la construcción de las redes transeuropeas debidos a la falta de financiación llevan a la Comisión a revisar las orientaciones de la red transeuropea en dos etapas. La primera etapa, en 2001, revisaría las RTE definidas en Essen sobre la eliminación de los cuellos de botella en los grandes ejes. La segunda etapa, prevista en 2004, se centraría en las autopistas del mar, las capacidades portuarias y los pasillos paneuropeos en los países candidatos. La Comisión estudió la posibilidad de introducir el concepto de "*declaración de interés europeo*" cuando una infraestructura se considerase estratégica para el buen funcionamiento del mercado interior. Se establecieron como proyectos prioritarios los siguientes:

-Terminar las travesías alpinas por razones de seguridad y capacidad;

-Garantizar la permeabilidad de los Pirineos, concretamente mediante la conexión ferroviaria Barcelona-Perpiñán;

-Poner en marcha nuevos proyectos prioritarios, como el TAV2/transporte combinado Stuttgart-Múnich-Salzburgo/Linz-Viena; el Fehmarn que conecta Dinamarca y Alemania; la mejora de la navegabilidad del Danubio entre Straubing y Vilshofen; el proyecto de

radionavegación Galileo; la red TAV ibérica y la adición de la línea ferroviaria Verona-Nápoles y Bolonia-Milán, con una extensión hacia Nimes del TAV meridional;

-Reforzar la seguridad en los túneles gracias a normas de segundad específicas tanto para los túneles ferroviarios como para los de carretera

Se hacía así especial énfasis en mejorar y ampliar los enlaces transfronterizos, principalmente alpinos y pirenaicos, que seguían constituyendo verdaderas barreras físicas y puntos de estrangulamiento.

En lo relativo a la financiación de las infraestructuras y de las reglamentaciones, la Comisión propuso una modificación de las normas de financiación de la RTE-T, aumentar el tipo de financiación comunitaria hasta el 20%, que afectaría a los proyectos ferroviarios transfronterizos que cruzasen barreras naturales, cordilleras o brazos de mar, y a los proyectos sitos en las zonas fronterizas de los países candidatos a la adhesión.

1.4.1.4.- Revisión: Informe Van Miert

Ante la perspectiva de una inminente ampliación de la Unión hacia los países del Este, se hacía necesaria la revisión de la RTE-T; para ello la Comisión creó a principios de 2003 un grupo de trabajado presidido por el anterior comisario de transporte, el belga Van Miert. El objetivo fundamental del informe tenía un claro objetivo: definir un número preciso y limitado de proyectos de infraestructuras de transporte, con el máximo apoyo de los gobiernos y con la máxima solvencia financiera, que mejorasen las comunicaciones entre los Estados de la UE ampliada.

Los criterios de selección teóricos tienen que ver con las prioridades del Libro Blanco: marcado valor añadido europeo, cohesivamente positivos, medioambientalmente beneficiosos, facilitadores del tráfico, operativos a corto plazo. La realidad es que, sin contradecir netamente dichos presupuestos, la selección sigue guiándose por la norma clásica de dar salida a la demanda y facilitar la movilidad como resultado objetivo principal. La accesibilidad y la cohesión quedan minimizadas ante la política de igualdad y las acuciantes condiciones de congestión de la zona central.

El **informe Van Miert** establece cuatro listas de preferencia, con presupuestos diferentes y con prioridad de ritmo. El presidente de la Comisión, Romano Prodi, que ya auguraba su marcha, quería despedirse con una propuesta de grandes proyectos de obras públicas.

En la Lista 0, se incluyen los proyectos que fueron definidos como prioritarios en Essen, cinco de los cuales expiraban antes del año 2010, como la conexión ferroviaria Madrid-Barcelona-Perpignan.

La Lista 1 recogía proyectos que tenían todas las bendiciones estratégicas, sin olvidar dos condiciones fundamentales: apoyo decidido de los gobiernos afectados y nivel avanzado del proyecto y su cuadro financiero, para poder comenzar antes del 2010. Se definían 18 nuevos proyectos, que tendrían que ser capaces de aportar un valor añadido europeo claro, como el Galileo, la ordenación del Danubio o las autopistas del mar.

La Lista 2 contenía los proyectos importantes que no estaban en condiciones de iniciarse antes del 2010 o que no tenían claro el apoyo interestatal correspondiente. Un ejemplo neto es el Túnel Central de los Pirineos, con apoyo español y dudas por parte de los franceses.

En la Lista 3, con el objetivo claro de alcanzar una mayor cohesión territorial, se encontraba un grupo de proyectos que pretendía cumplir una doble función; por una parte la mejora de la accesibilidad y la interconexión entre redes, y por otra, facilitar las conexiones transfronterizas.

1.4.1.5.- La Decisión n° 884/2004

En abril de 2004, la Decisión n° 1962/96/CE fue modificada nuevamente para establecer los **30 proyectos definitivos**, aprobados a partir de las recomendaciones del Grupo Van Miert. Era la confirmación de los proyectos prioritarios surgidos más de 10 años antes.

En el anexo III de la **Decisión n° 884/2004/CE4** se incluían los once proyectos prioritarios de la lista inicial que estaban por terminar, así como la ampliación o extensión de dos de éstos y la incorporación de los proyectos prioritarios correspondientes a los nuevos Estados miembros. En definitiva, se establecía un nuevo esquema director, cuyo nuevo horizonte de realización era el año 2020, que contenía treinta proyectos o corredor prioritarios.

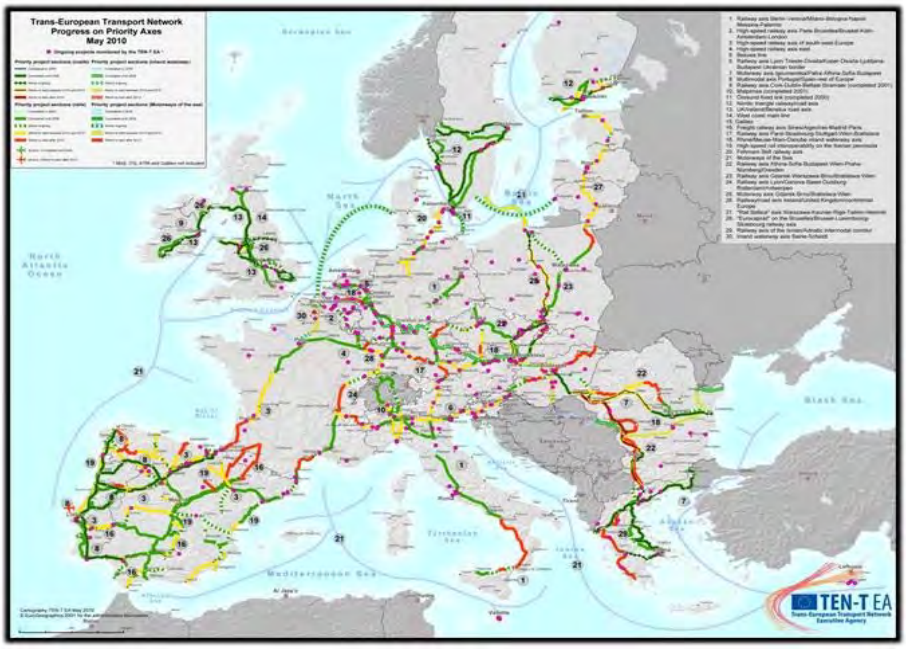
Además de esta relación de proyectos, en esta Decisión se desarrollan conceptos y actuaciones de gran interés para el impulso de la RTE-T, como: la configuración de grandes corredores comunitarios; el desarrollo de las autopistas del mar; la introducción del concepto **"*proyecto de interés europeo*"**; y la creación de un "***mecanismo de coordinación comunitario*"**.

El coste estimado de estos proyectos era de 600.000 M€ hasta el año 2020, cofinanciados con cargo al período de perspectivas financieras 2007-2013, en un valor que oscilaba en torno a los 160.000 M€. Sin embargo, estas ayudas financieras no cubrían el alto coste de la ejecución de las infraestructuras. Para ello la Comisión trato de facilitar la financiación aprobando el Reglamento 680/2007, que determinaba las normas generales para la concesión de ayudas financieras comunitaria y la instauración de nuevos instrumentos financieros en el ámbito de la Red Transeuropea de Transporte.

Entre los proyectos prioritarios declarados de interés europeo había cuatro proyectos cuyo desarrollo implicaba directamente a España.

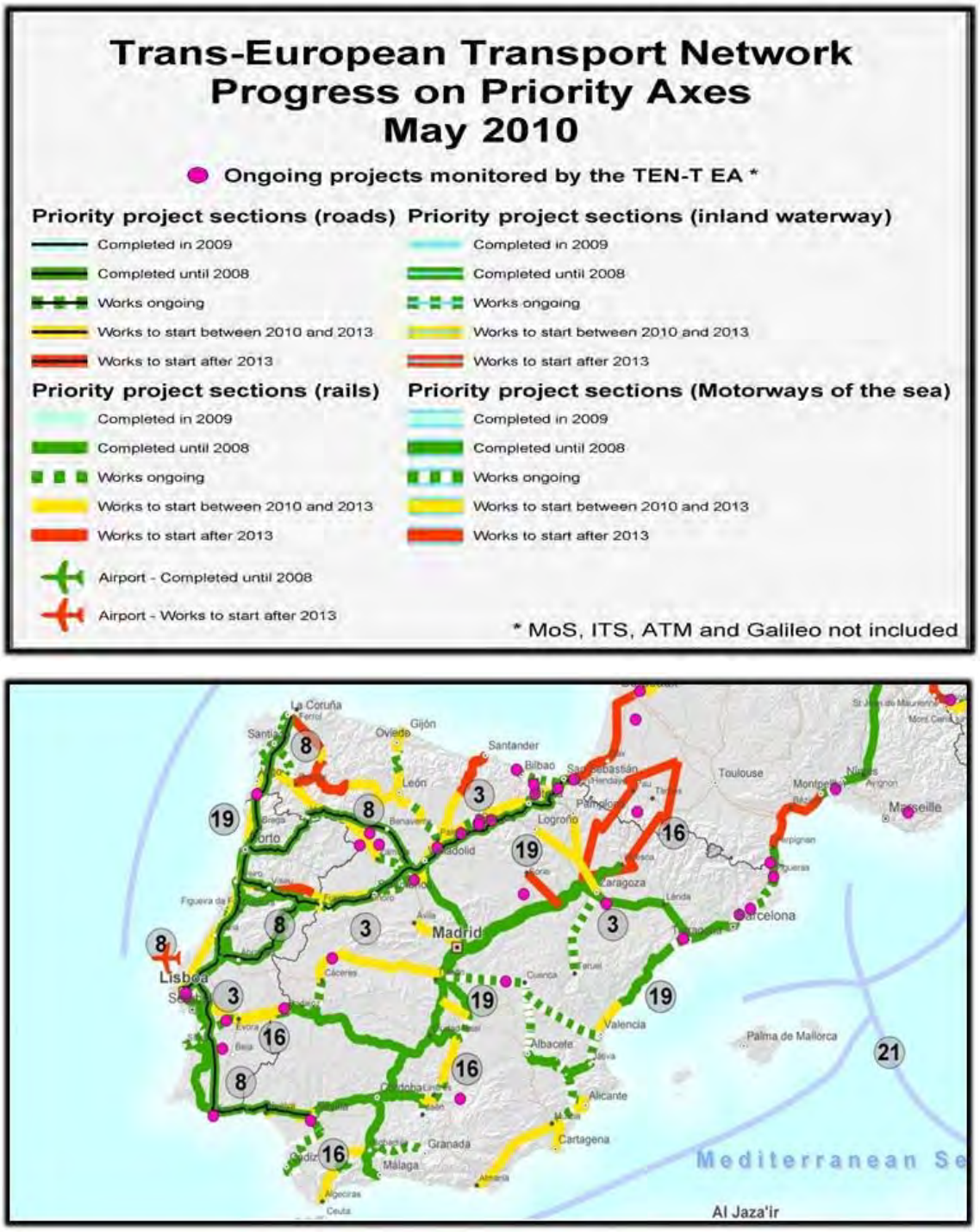
1) Eje ferroviario de alta velocidad (A.V.) del suroeste de Europa. (Eje 3)
2) Eje multimodal Portugal/España con el resto de Europa. (Eje 8)
3) **Eje ferroviario de mercancías Sines-Madrid-París. (Eje 16)**
4) Interoperabilidad de la red ferroviaria de (A.V.) de la península ibérica. (Eje 19).

Gráfico 30. Treinta proyectos aprobados en la Decisión 884/2004. El eje 16 era el corredor de mercancías Sines/Algeciras-Madrid-Paris



Fuente: Comisión Europea

Gráfico 31. Ejes prioritarios que implicaban a España, aprobados en la Decisión 884/2004



Fuente: Comisión Europea

1.4.1.6.- Línea de alta velocidad Suroeste de Europa (Eje 3)

Se preveía la construcción de dos líneas de alta velocidad que reducirían drásticamente los trayectos interiores, así como la conexión de una línea que uniese Madrid con Dax vía Vitoria que conectaría con la red ferroviaria francesa. Por otro lado, el ramal mediterráneo discurriría entre Madrid, vía Zaragoza y Barcelona, hasta Perpignan con una posible extensión hasta Nimes donde conectaría con la red mediterránea francesa

de alta velocidad. Con estos proyectos España quedaría conectada a la red europea ferroviaria de la línea ferroviaria francesa.

La longitud total del eje era de 3.500 km de los que unos 2000 km discurrían en España. El eje era plenamente interoperable: ancho UIC, ERTMS y tensión 25 Kv. Las conexiones transfronterizas se harían con tráfico mixto. España tenía 900 km (45%) en servicio (Madrid-Barcelona y Madrid-Valladolid) y 300 km (15%) en obras.

Gráfico 32. Proyecto prioritario nº 3: Eje ferroviario de alta velocidad del sudoeste de Europa

Fuente: Fuente: Pascual Villate Ugarte. Ministerio de Fomento

1.4.1.7.- Enlace multimodal Portugal-España-Europa Central (Eje 8)

El proyecto de eje multimodal Portugal/España perseguía el refuerzo de tres importantes corredores multimodales que conectaran España y Portugal, además de conectar a ambos con el resto de Europa e incluía la mejora de las rutas a través de la frontera hispano-portuguesa, uniendo ciudades como Sevilla o Vigo con los principales puertos, aeropuertos y centros urbanos de Portugal.

El eje contemplaba actuaciones en 1.067 km de líneas de ferrocarril, de las que unos 460 km se desarrollan en España. La línea de altas prestaciones y tráfico mixto A Coruña y Vigo estaba en obras en su práctica totalidad. La adaptación de la línea Medina del Campo-Salamanca-Fuentes de Oñoro a línea de altas prestaciones se encontraba en fase de proyecto y estudios.

Gráfico 33. Proyecto prioritario nº 8: Eje multimodal Portugal /España – resto de Europa

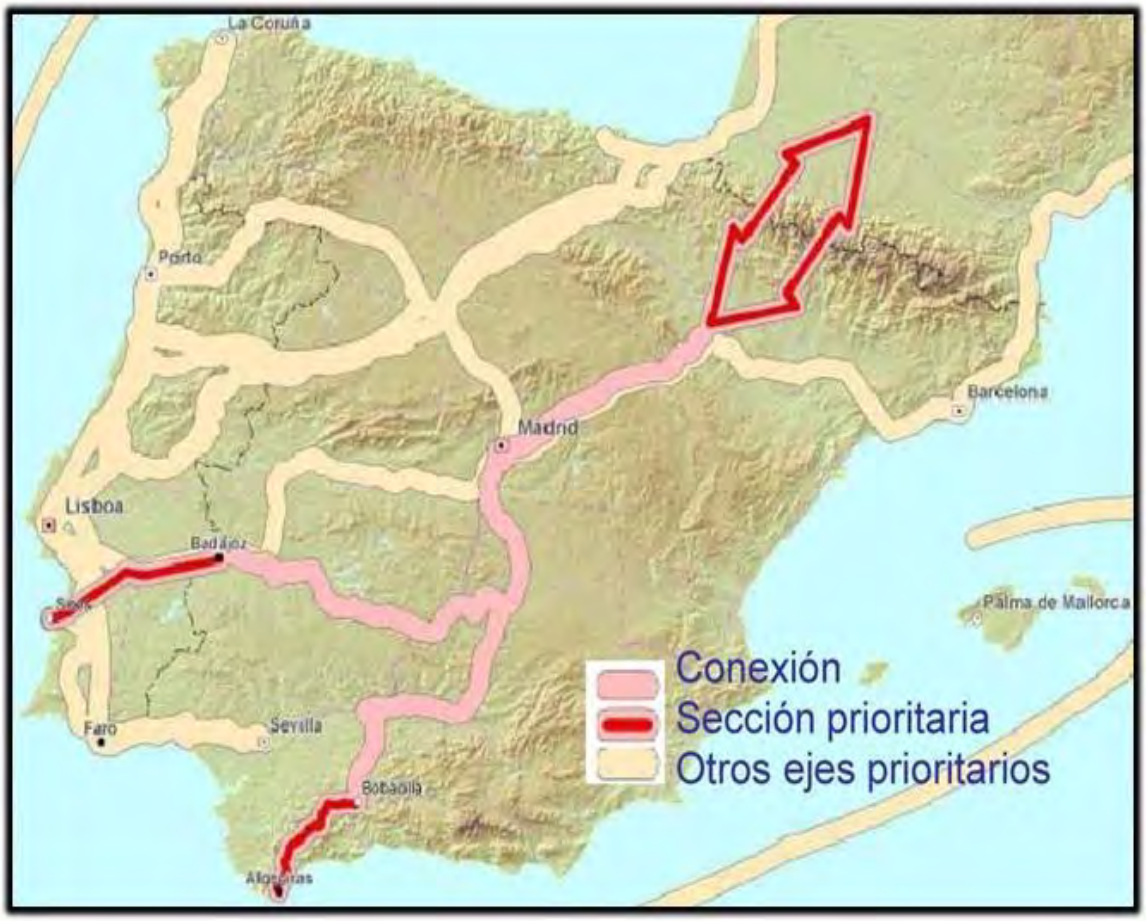
Fuente: Pascual Villate Ugarte. Ministerio de Fomento

1.4.1.8.- Eje ferroviario Sines-Madrid-París (Eje 16)

El **eje ferroviario Sines-Madrid-París** creaba una nueva línea ferroviaria de alta capacidad a través de los Pirineos que conectaba las redes española y francesa. Esta nueva línea estaba destinada al transporte de mercancías e incluía la construcción de un túnel de larga distancia. El trazado de esta travesía central quedaba a discreción de España y Francia y tenía como finalidad dotar de mayor permeabilidad a la barrera pirenaica.

La sección Algeciras- Bobadilla era doble vía de tráfico mixto. Se tenía en obras Ronda-Cortes-San Pablo, en Estudio Informativo el tramo Ronda-Bobadilla. La nueva conexión ferroviaria transpirenaica de gran capacidad seguía en fase de estudios conjuntos por España y Francia

Gráfico 34. Proyecto prioritario nº 16: Eje ferroviario de mercancías Sines/Algeciras-Madrid-París



Fuente: Pascual Villate Ugarte. Ministerio de Fomento

1.4.1.9.- Interoperabilidad de la red ferroviaria de A.V. de la península ibérica (Eje 19).

La interoperabilidad ferroviaria de la red ibérica de alta velocidad, comprendía el programa de la nueva red española de alta velocidad de ancho europeo.

En España se tenía previsto construir 4.200 km de líneas de alta velocidad de las cuales se tenía en servicio 1.000 km, en obras 1.500 km y en proyecto 1.700 km

Gráfico 35. Proyecto prioritario nº 19: Interoperabilidad del FFCC de alta velocidad en la Península Ibérica

Fuente: Pascual Villate Ugarte. Ministerio de Fomento

1.4.1.10.-Nuevas orientaciones comunitarias para el desarrollo de la RTE-T

La Comisión Europea en al final de la primera década del siglo veintiuno, realiza una nueva revisión global de la política de la RTE-T, y propone nuevas orientaciones para su planificación e implementación. Estas nuevas orientaciones vienen reflejadas en los siguientes documentos oficiales:

– La **Decisión n° 661/2010/UE** del Consejo y el Parlamento Europeo, que es una refundición de las orientaciones de las RTE-T.

– La Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se crea el **Mecanismo «*Conectar Europa*»** de 19 de octubre de 2011.

La inserción de estas orientaciones en el marco de la política de transportes comunitaria, definida en el nuevo Libro Blanco de Transportes de 2011 denominado **"*Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible*"**, diseña una estrategia a largo plazo, 2030/2050, para la política de la RTE-T.

El nuevo marco de planificación de las redes de transporte consta de dos elementos: una Red Básica o principal que se debe completar para 2030 y una Red Global conectada a esta, que deberá estar lista para 2050. La **Red Global** garantizará la plena cobertura de la Unión Europea y el acceso a todas las regiones. La **Red Básica** dará prioridad a las conexiones y nudos más importantes de la RTE-T, con vistas a que sean plenamente operativos en 2030.

Las dos redes juntas formarán la base de la infraestructura del espacio único europeo de transporte, que proporcionará conexiones multimodales eficaces entre las capitales de la UE, los principales centros económicos de la Unión y los pasos fronterizos más importantes del sistema de transporte europeo.

La Red Básica se creará utilizando una metodología de planificación paneuropea. Además del mantenimiento de los activos existentes, la Red Global se basará en la actual RTE-T y abarcará la infraestructura existente o prevista de los Estados miembros.

El coste de desarrollo de la infraestructura de la UE para adaptarse a la demanda de transporte se ha estimado en más de 1,5 billones de € para 2010-2030. La realización de la red RTE-T requiere aproximadamente 500.000 M€ para 2020, de los que 250.000 M€ se dedicarán a la eliminación de los principales puntos de estrangulamiento.

Aunque el mercado puede y debe aportar el grueso de las inversiones necesarias, es preciso abordar las deficiencias del mercado: colmar las lagunas que aún persisten, eliminar los puntos de estrangulamiento y garantizar unas adecuadas conexiones transfronterizas. No obstante, la experiencia muestra que los presupuestos nacionales nunca darán la prioridad necesaria a las inversiones transfronterizas pluriestatales destinadas a dotar al Mercado Único de las infraestructuras que necesita; para lo cual es preciso definir nuevos instrumentos financieros en el ámbito de la Red Transeuropea de Transporte.

1.4.1.11.-Propuesta del Mecanismo "Conectar Europa"

La nueva política de la RTE-T buscaba conseguir una mayor coordinación de la planificación y el desarrollo de la red a nivel europeo. La política era supervisada por la Comisión y desarrollada con la ayuda de un amplio proceso de consulta con las partes interesadas; haciendo especial hincapié en la condicionalidad y la coordinación de la implicación financiera de la UE.

Para ello, la Comisión propuso la creación de un mecanismo denominado "Conectar Europa" destinado a acelerar la construcción de las infraestructuras que la UE necesita.

El Mecanismo «Conectar Europa» se gestionaba de forma centralizada y se financiaba mediante un presupuesto exclusivo de importes destinados específicamente al transporte en el Fondo de Cohesión.

La cofinanciación de los proyectos se condicionaba a la resolución de los problemas derivados de los cuellos de botella y las conexiones ausentes en la Red Central, así como a que se garantizara una intermodalidad efectiva; también se daba prioridad a los proyectos que aportaran un mayor valor añadido europeo (por ejemplo, completar las conexiones transfronterizas).

Mediante el instrumento financiero **Connecting Europe Facility**, la UE contaba con un presupuesto de 29.300 millones €, de los que 23.200 millones se dedicaran a mejorar las conexiones de transporte. La cofinanciación de las obras era del 20% que se podía aumentar a un 30% en caso para resolver cuellos de botella y hasta el 40% en tramos transfronterizos.

1.4.1.12.- Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se crea el Mecanismo «Conectar Europa»

En la Propuesta de la Comisión Europea de 19 de octubre de 2011 se establece una modificación de los ejes prioritarios de la red transeuropea de transportes, pasando de los 30 propuestos en 2004 a 10 para el período 2014-2020.[3]

En dicha propuesta, el Eje 16 desaparece como eje Prioritario, disgregándose en tramos bien asignados a otros ejes prioritarios, bien asignados a la red Secundaria, también denominada Global, de ejecución posterior a 2020.

En concreto, los tramos del Eje 16 quedaban del siguiente modo:

– Tramo **Sines-Elvas / Badajoz**: se incluía en el Proyecto Prioritario N°7 "*Lisboa - Estrasburgo*"

– Tramo **Badajoz-Puertollano-Manzanares (Cofemanex)**: se degradaba a la Red Global (finalización prevista en 2050).

– Tramo Badajoz-Madrid: tramo de AVE que no constituía parte del Eje 16, pero que se incluía en el Proyecto Prioritario N° 7 "*Lisboa -Estrasburgo*" para comunicar Badajoz con Madrid como alternativa al trazado eliminado que pasaba por Puertollano.

– Tramo Madrid-Zaragoza: incluido en el Proyecto Prioritario N°3 "*Mediterranean Corridor*"

– Tramo Zaragoza-Huesca-Travesía Central Pirenaica: se degradaba a la Red Secundaria.

– Tramo Algeciras-Madrid: incluido en el Proyecto Prioritario N° 3 "*Mediterranean Corridor"*

1.4.1.13.- Los corredores de transporte ferroviario de mercancías

La Comisión elaboró el concepto de corredores de la red principal, teniendo debidamente en cuenta los corredores de transporte ferroviario de mercancías. Dichos corredores constituían el instrumento marco para la realización coordinada de la red principal.

En lo que se refiere a su alcance, los corredores de la red principal abarcaban en principio tres modos de transporte y atravesaban al menos tres Estados miembros. Si ello era posible, debían conectar con un puerto marítimo. En lo que se refería a actividades, los corredores de la red principal constituían una plataforma para la gestión de la capacidad, las inversiones, la construcción y la coordinación de las instalaciones de transbordo multimodal y la implantación de sistemas interoperables de gestión del tráfico.

A la hora de diseñar los corredores de la red principal debían tenerse en cuenta los corredores ferroviarios de mercancías creados de conformidad con el **Reglamento (UE) n° 913/2010**, de 22 de septiembre de 2010, sobre una red ferroviaria europea para un transporte de mercancías competitivo, así como al **Plan de Despliegue Europeo del ERTMS**.

Se creaba así una red de transporte multimodal para Europa donde se identificaban y desarrollan una serie de corredores, que se basaban en la red principal y se adaptaban a las necesidades cambiantes. La implementación global de los corredores se efectuaba bajo los auspicios de un coordinador europeo, mientras que los planes plurianuales de desarrollo de corredores identificaban, en el marco de un calendario, tanto las inversiones necesarias como las mejoras a corto plazo.

[3] Los Reglamentos 1315/2013 y 1316/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2013 reducen a 9 este número de ejes prioritarios. Véase apartado 1.4.2.

Gráfico 36. Corredor nº4 de mercancías recogido en el reglamento 913/2010 que incluye el corredor ferroviario de mercancías manchego-extremeño (Cofemanex)

Fuente: Rail Net Europe (RNE)

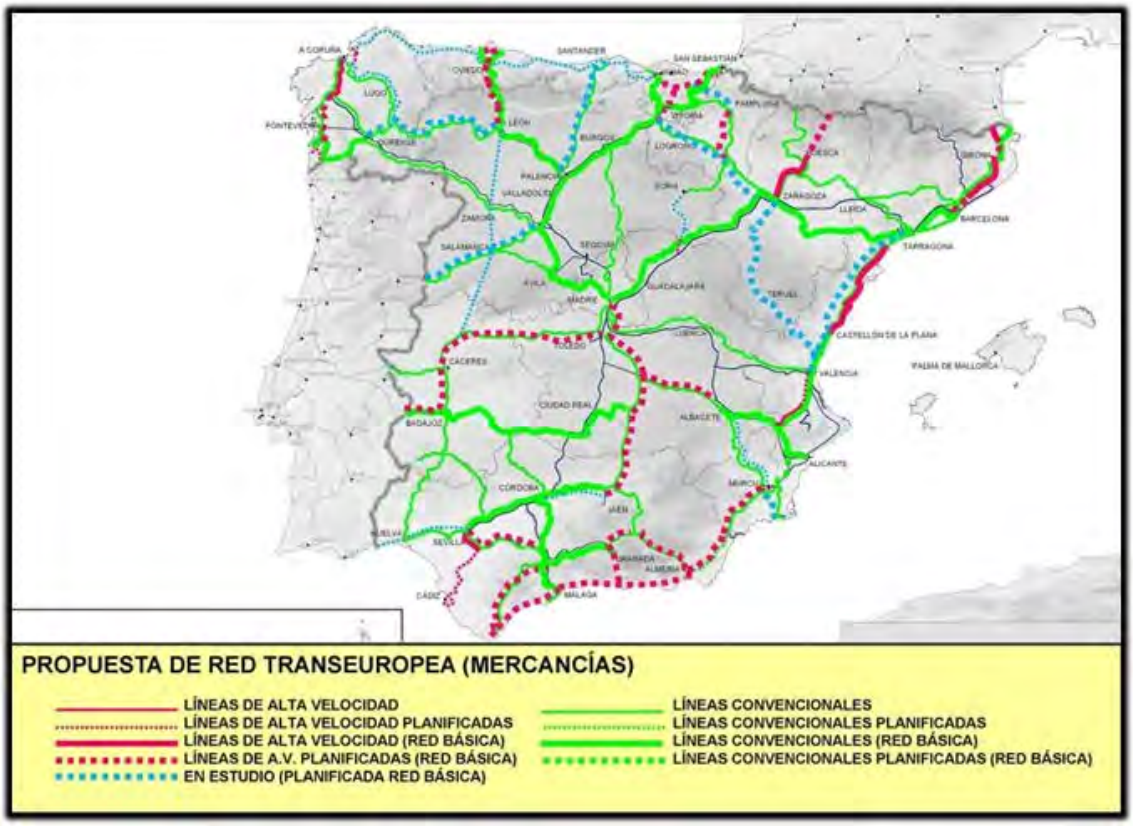
En la Comunicación de la Comisión, de 26 de junio de 2011: "*Un presupuesto para Europa 2020- Fichas sobre políticas*", figuraba una lista inicial de corredores europeos que estaba sujeta a modificación.

1.4.1.14.-Nueva propuesta del Gobierno de España (feb. 2012)

Analizadas todas las solicitudes españolas, el Ministerio de Fomento consideraba que la opción más sensata era un uso mixto de ambos corredores. Es decir, para evitar construcción del **TCP (Travesía Central del Pirineo)**, por su elevado coste, la opción más razonable era que los tráficos desde Portugal y España por la ruta se integraran con los pasos actuales de Euskadi y Cataluña compartiendo los tráficos del antiguo eje nº8 y la de un posible Corredor Mediterráneo como nueva ruta prioritaria. De esta forma el 15 de febrero de 2012 el Gobierno de España a través del Ministerio de Fomento realiza una nueva propuesta para la Red Transeuropea de Transporte donde se recoge la ejecución de los ejes Mediterráneo, Atlántico y Central (antiguo eje 16).

En resumen el eje 16 hubiera podido convivir perfectamente con el Corredor Mediterráneo uniéndose a él por Albacete o por el corredor del Ebro e incluso a Francia desde Zaragoza a la ruta por Hendaya. Esto no implicaba que el Túnel Central de los pirineos no se estudiase, pero más a largo plazo.

Gráfico 37. Nueva propuesta del Gobierno de España para la RTE-T. Febrero 2012



Fuente: Ministerio de Fomento

1.4.2.- La nueva política de infraestructuras de transporte de la Unión Europea

1.4.2.1.- Antecedentes de la política RTE-T

La política que orienta la red transeuropea responde a varios objetivos: establecer las infraestructuras de transporte y las interconexiones que sustenten el mercado único, garantizar la libre circulación de mercancías y personas y apoyar el crecimiento, el empleo y la competitividad de la Unión. En el pasado, los sistemas de transporte de Europa se desarrollaron en gran medida a lo largo de las líneas nacionales —no a través de grandes corredores—, y esto determinó la deficiencia o la inexistencia de interconexiones de transporte en las fronteras. Dado que esas deficientes interconexiones obstaculizan el crecimiento económico, desde la década de los 90 la política RTE-T ha centrado las ayudas de la UE en apoyar el desarrollo de proyectos infraestructurales de alto interés para Europa. Los éxitos alcanzados desde entonces son importantes y numerosos. Sin embargo, dado el difícil período financiero que se atraviesa, es imprescindible focalizar el gasto dedicado por la UE al transporte a aquello que pueda ofrecer el máximo valor añadido, a saber, la creación de una sólida Red Central europea.

1.4.2.2.- Definición de la política infraestructural de la UE

El transporte es vital para la economía europea: sin buenas conexiones, Europa no logrará crecer ni prosperar. La nueva política infraestructural de la UE pondrá en marcha en sus 28 Estados miembros una sólida red europea de transportes que permitirá impulsar el crecimiento y la competitividad. La nueva red conectará el Este con el Oeste y sustituirá el incompleto mosaico actual de transportes por una red genuinamente europea.

La nueva política triplica hasta los 26.000 millones de euros los recursos que consagrará la UE al transporte durante el período 2014–2020, al tiempo que centra esa financiación

en una nueva Red Central claramente definida. La nueva red constituirá el eje de los transportes en el mercado único europeo y, además de eliminar estrangulamientos y de modernizar las infraestructuras, racionalizará en toda la Unión las operaciones transfronterizas de transporte tanto para los viajeros como para las empresas. Su puesta en marcha se verá impulsada por el establecimiento de nueve grandes corredores de transporte que reunirán a Estados miembros e interesados y que permitirán concentrar unos recursos limitados para poder alcanzar resultados positivos.

La nueva red transeuropea de transportes (RTE-T) central se apoyará en una «*Red Capilar*» conectada a ella a nivel regional y nacional. El objetivo será lograr que de forma gradual, y, en todo caso, antes de que finalice 2050, la gran mayoría de los ciudadanos y de las empresas europeas quede ya a una distancia de no más de 30 minutos de esa Red Capilar.

En su conjunto, la nueva red de transportes posibilitará unos desplazamientos más seguros y menos congestionados y unos viajes más rápidos y fáciles.

1.4.2.3.- Necesidad de una nueva política infraestructural para Europa

El transporte es fundamental para que la economía europea sea eficiente.

Se prevé que antes de finales de 2050 el transporte de mercancías haya crecido un 80 % y el de pasajeros más de un 50 %.

El crecimiento necesita comercio y el comercio necesita transporte. Aquellas zonas de Europa que no dispongan de buenas conexiones no lograrán prosperar.

En la práctica, hay cinco problemas principales que han de tratarse a nivel de la UE:

– **Los enlaces** que todavía faltan, particularmente en tramos transfronterizos, constituyen un grave obstáculo para la libre circulación de mercancías y viajeros dentro de los Estados miembros, entre ellos mismos, y entre ellos y sus vecinos.

– Hay considerables disparidades de calidad y de disponibilidad de infraestructuras entre los Estados miembros y dentro de ellos mismos (**estrangulamientos**). Las conexiones Este-Oeste, en especial, exigen mejoras con la creación de nuevas infraestructuras de transporte y/o con el mantenimiento, rehabilitación o puesta en valor de infraestructuras ya existentes.

– Las **infraestructuras** que conectan los diferentes modos de transporte se encuentran **fragmentadas**. En lo que concierne a las conexiones multimodales, se observa que en Europa muchas de las terminales de carga, estaciones de pasajeros, puertos interiores y marítimos, aeropuertos y nodos urbanos no están a la altura de las necesidades. Dado que estos nodos carecen de la capacidad multimodal necesaria, no es posible explotar suficientemente el potencial del transporte multimodal ni su aptitud para eliminar estrangulamientos infraestructurales y abrir los enlaces que siguen faltando.

– Las inversiones en infraestructuras de transporte deben contribuir a que **antes de que concluya 2050 se hayan reducido un 60 % las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por los transportes.**

– Los Estados miembros siguen manteniendo —particularmente en materia de interoperabilidad— **normas y requisitos de funcionamiento diferentes**, y esto agrava de forma considerable las barreras y los estrangulamientos que sufren las **infraestructuras de transporte**.

1.4.2.4.- Datos de la nueva política infraestructural de la UE

La Red Central permitirá:

– la conexión de 94 grandes puertos europeos con líneas férreas y carreteras;

– el enlace por ferrocarril de 38 aeropuertos clave con grandes ciudades;

– la conversión de 15.000 km de vías férreas en líneas de alta velocidad;

– la realización de 35 proyectos transfronterizos para reducir los estrangulamientos actuales.

Estas realizaciones constituirán la savia económica del mercado único, haciendo posible el libre flujo de mercancías y de personas por toda la UE.

1.4.2.5.- Definición de los 9 corredores prioritarios en la Red Transeuropea de Transporte

Una importante innovación de las nuevas directrices RTE-T es **la introducción de nueve corredores cuya construcción contribuirá al desarrollo de la Red Central**. Cada corredor deberá incluir tres modos de transporte, tres Estados miembros y dos tramos transfronterizos.

Se crearán, además, unas «***plataformas de corredor***» para que se reúnan en ellas todos los interesados y todos los Estados miembros a los que corresponda. Cada plataforma constituirá una estructura de gobernanza que elaborará y aplicará para su corredor programas de trabajo que permitan impulsar en él las obras correspondientes a los distintos Estados miembros y a las diferentes fases de ejecución. Las plataformas de los principales corredores de la Red Central serán presididas por coordinadores europeos.

1.4.2.6.- Descripción de la Red Básica o Central. (Core Network)[4]

1) **El Corredor Báltico-Adriático** es uno de los ejes viarios y ferroviarios transeuropeos más importantes. Conecta el mar Báltico con el Adriático a través de zonas industrializadas del sur de Polonia (Alta Silesia), Viena, Bratislava, la región alpina oriental y el norte de Italia. En él se inscriben, además, importantes proyectos ferroviarios, tales como el túnel de base de Semmering y la línea ferroviaria de Koralm en Austria o diversos tramos transfronterizos entre Polonia, Chequia y Eslovaquia.
2) **El Corredor Mar del Norte-Báltico** une los puertos de la costa oriental del Mar Báltico con los puertos del Mar del Norte. El corredor conectará Finlandia con Estonia por ferry y establecerá modernos enlaces de transporte por carretera y ferrocarril entre los tres Estados bálticos, por un lado, y Polonia, Alemania, los Países Bajos y Bélgica, por el otro. El corredor incluirá también vías de navegación interior entre el río Oder y los puertos alemanes, holandeses y flamencos, como, por ejemplo, el Canal de Mittelland. Sin embargo, el proyecto más importante será el llamado Ferrocarril del Báltico, es decir, una nueva línea ferroviaria, con el ancho de vía europeo, entre Tallín, Riga, Kaunas y el nordeste de Polonia.
3) **El Corredor del Mediterráneo** enlazará la Península Ibérica con la frontera húngaro-ucraniana. El corredor seguirá la costa mediterránea de España y Francia, atravesará los Alpes hacia el Este por el norte de Italia y dejará la costa Adriática de Eslovenia y Croacia en dirección a Hungría. Aparte del río Po y de algunos canales en el norte de Italia, el corredor consistirá principalmente en carreteras y líneas ferroviarias. Dos proyectos ferroviarios clave de este corredor serán los enlaces Lyon-Turín y el tramo Venecia- Liubliana.
4) **El Corredor Este/Mediterráneo** oriental conecta las interfaces marítimas del Mar del Norte, del Báltico, del Negro y del Mediterráneo, optimizando el uso de los puertos por los que discurre, así como el de las autopistas del mar

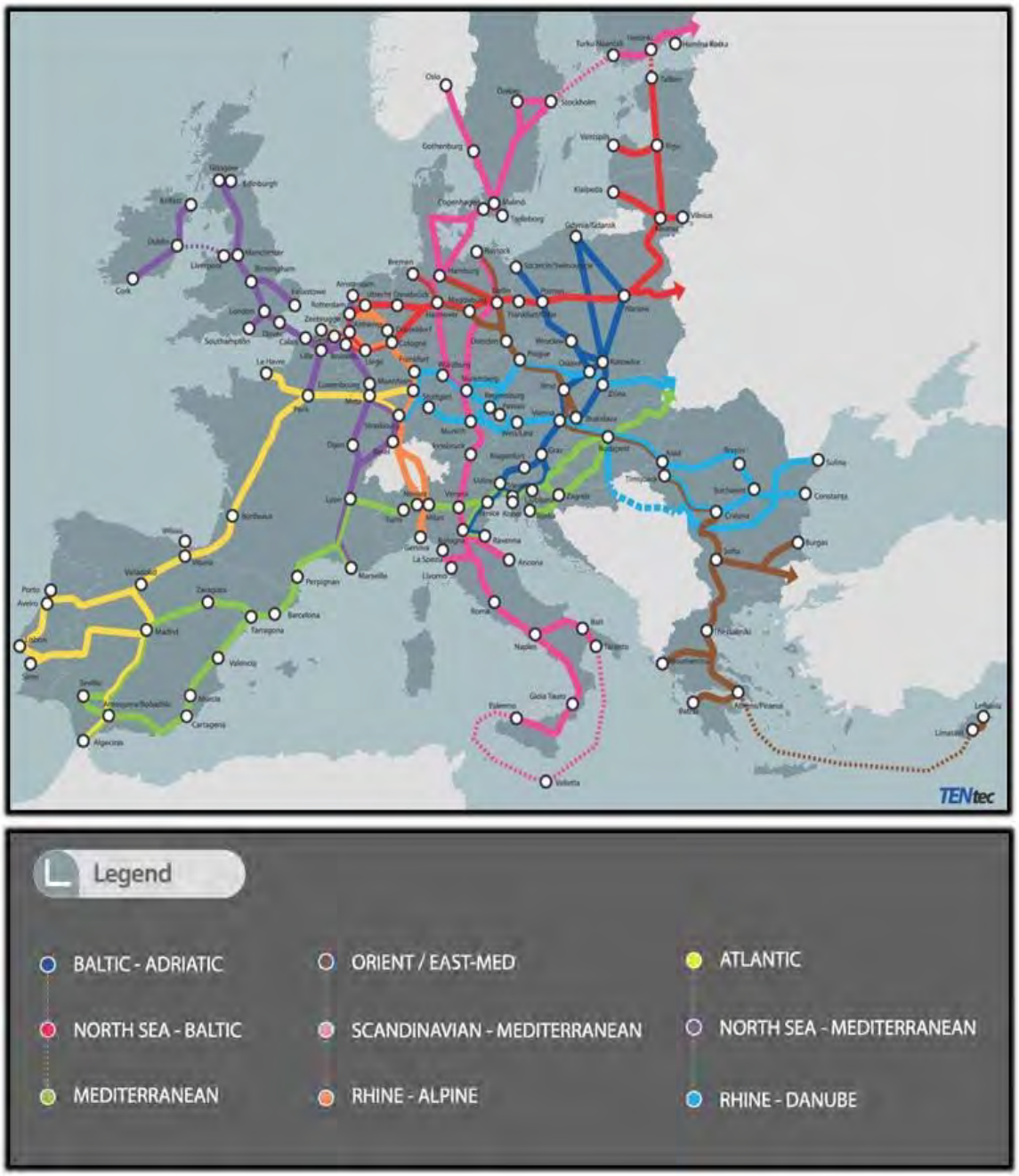
[4] Reglamento (UE) Nº 1315/2013

correspondientes. Incluyendo el río Elba como vía de navegación interior, el corredor mejorará las conexiones multimodales entre el norte de Alemania, la República Checa, la región panonia y el sudeste de Europa y se prolongará por el mar desde Grecia hasta Chipre.

5) **El Corredor Escandinavo-Mediterráneo** es un eje Norte-Sur de capital importancia para la economía europea. Cruzando el Mar Báltico de Finlandia a Suecia y pasando por Alemania, los Alpes e Italia, el corredor enlaza los grandes centros urbanos y puertos de Escandinavia y del norte de Alemania, para continuar por los centros de alta producción industrializada del sur de Alemania, de Austria y del norte de Italia hasta los puertos italianos y La Valeta. Los proyectos más importantes de este corredor son el cruce de Fehmarnbelt y el túnel de base del Brennero, incluidas sus rutas de acceso. El corredor se prolonga por el mar desde el sur de Italia y Sicilia hasta Malta.
6) **El Corredor Rin-Alpes** constituye una de las rutas de Europa más utilizadas para el transporte de mercancías. Conecta los puertos de Rotterdam y Amberes, en el Mar del Norte, con la cuenca del Mediterráneo en Génova, pasando por Suiza y algunos de los grandes centros económicos situados en las regiones del Rin-Ruhr y del Rin-Meno-Neckar, así como en la aglomeración de Milán, en el norte de Italia. Este corredor multimodal incluye el Rin como vía de navegación interior. Sus proyectos estrella son los túneles de base de Suiza (terminados ya parcialmente) y sus vías de acceso en Alemania e Italia.
7) **El Corredor Atlántico** conecta la parte occidental de la Península Ibérica y los puertos de El Havre y Ruán con París y con Mannheim/Estrasburgo por medio de líneas ferroviarias de alta velocidad y líneas convencionales paralelas. En este corredor, que incluye también el Sena como vía de navegación interior, ocupa un lugar fundamental la dimensión marítima.
8) **El Corredor Mar del Norte-Mediterráneo** se extiende desde Irlanda y el Norte del Reino Unido hasta el Mar Mediterráneo en el sur de Francia, pasando por los Países Bajos, Bélgica y Luxemburgo. Este corredor multimodal, que comprende varias vías de navegación interior en el Benelux y en Francia, tiene por objeto ofrecer no sólo unos mejores servicios multimodales entre el Mar del Norte, las cuencas fluviales del Mosa, el Rin, el Escalda, el Sena, el Saona y el Ródano y los puertos de Fos-sur-Mer y de Marsella, sino también una mejor interconexión entre las Islas Británicas y la Europa continental.
9) **El Corredor Rin-Danubio**, que tiene como espina dorsal las vías navegables del Meno y del Danubio, conecta las regiones centrales de Estrasburgo y Francfort, a través del sur de Alemania, con Viena, Bratislava, Budapest y el Mar Negro como punto final, con una importante rama entre Munich y Praga, Zilina, Kosice y la frontera ucraniana.

Los nueve corredores constituyen un importante avance en la planificación de las infraestructuras de transporte. La experiencia del pasado muestra las enormes dificultades que conlleva ejecutar de forma coordinada en varios Estados miembros proyectos de transporte transfronterizos o de otro tipo. Es más fácil, desde luego, crear sistemas y conexiones divergentes y nuevos estrangulamientos. Los proyectos, sin embargo, tienen que sincronizarse a través de las fronteras para incrementar los beneficios derivados de todas las inversiones. Los nuevos programas de corredor y las estructuras de gobernanza facilitarán extraordinariamente la puesta en marcha de la nueva Red Central.

Gráfico 38. Red Transeuropea de Transportes aprobada en el Reglamento 1.316/2013



Fuente: Rail Net Europe (RNE)

1.4.2.7.- Red Global o capilar. (Comprehensive Network)

La llamada «***Red Global***» se conectará a nivel regional y nacional con la **Red Básica**. Aunque parte integrante de la política RTE-T, la Red Capilar será gestionada en gran medida por los propios Estados miembros, con una pequeña participación del **Mecanismo «*Conectar Europa*»** y, desde luego, con el apoyo de la política regional. Se aplica aquí, por lo tanto, el principio de subsidiariedad. El objetivo es lograr que de forma gradual, y, en todo caso, antes de finales de 2050, la gran mayoría de los ciudadanos y de las empresas europeas quede ya a una distancia de no más de 30 minutos de esa Red Global.

Los requisitos de las nuevas directrices RTE-T son mucho más exigentes que en el pasado, y esto incluye a la propia Red Global. Se trata de conseguir que con el tiempo —y con la mirada puesta en el año 2050— extensas partes de esa red respondan por igual a unos estándares eficaces y plenamente interoperables para la circulación de ferrocarriles, vehículos eléctricos, etc.

1.4.2.8.- Financiación de la UE

El **Mecanismo «*Conectar Europa*»** aportará a las infraestructuras de transporte un importe de 26.000 millones de euros durante el próximo período financiero (2014–2020). Esto triplica la financiación actualmente disponible. Entre el 80 % y el 85 % de esos recursos se utilizará para financiar:

– proyectos prioritarios localizados en los nueve corredores que compondrán la Red Central (aunque también se financiará un pequeño número de proyectos centrados en otros tramos de esa red que revisten un alto valor añadido europeo);

– proyectos horizontales —relacionados principalmente con las tecnologías de la información—, tales como **SESAR** (dimensión tecnológica del Sistema de Gestión del Cielo Único Europeo) o **ERTMS** (Sistema de Gestión del Tráfico Ferroviario en Europa). Estos sistemas, que deberán utilizarse en todos los grandes corredores de transporte, constituyen una prioridad particular. En efecto, otra innovación que introduce la nueva Red Central es la estricta obligación de «adherirse» que afecta a los sistemas de transporte, es decir, la exigencia de invertir para poder cumplir estándares de la UE ya existentes, como, por ejemplo, el sistema europeo de señalización ferroviaria ERTMS. También están cubiertas por esta prioridad las llamadas «autopistas del mar», que son la dimensión marítima de la RTE-T.

La financiación restante podrá destinarse a proyectos "*ad hoc*", incluyendo proyectos localizados en la Red Global.

Se calcula que el nivel de inversión que se precisará en la Red Central durante el período 2014–2020 ascienda a 250.000 millones de euros. La Comisión publicará periódicamente convocatorias de propuestas para asegurarse de que solo reciban financiación de la UE los mejores proyectos, aquellos que ofrezcan un más alto valor añadido europeo. El **Mecanismo «*Conectar Europa*»** triplica hasta los 26.000 millones de euros la financiación que consagrará la UE al transporte durante el período 2014–2020, al tiempo que focaliza esa financiación en una nueva Red Central claramente delimitada.

En general, el Mecanismo centrará su apoyo en aquellas infraestructuras de la UE que sean prioritarias dentro de los sectores del transporte, la energía y la banda ancha digital, es decir, infraestructuras que sean clave para sustentar el mercado único. A tal fin contará para el período 2014-2020 con un fondo único de 33.242 millones de euros, de los cuales 26.250 millones se asignarán al transporte y, de ellos, 11.305 millones a inversiones en infraestructuras asociadas de transporte para los Estados miembros que puedan acogerse al Fondo de Cohesión.[5]

1.4.2.9.- La relevancia de las conexiones Este-Oeste

En los últimos veinte años se han logrado numerosos avances en la mejora de las conexiones entre el Oeste y el Este de Europa. Estas conexiones, que antes no existían en absoluto o solo parcialmente o que se restringían a solo algunos modos de transporte, han quedado integradas actualmente en la nueva red RTE-T.

Todavía hoy, sin embargo, siguen observándose en la UE fuertes disparidades de calidad y de disponibilidad de infraestructuras entre los Estados miembros y dentro de ellos mismos (estrangulamientos). Las conexiones Este-Oeste, en especial, tienen que

[5] La dotación financiera del Mecanismo "Conectar Europa" para 2014-2020 en precios constantes de 2011 es de 29.300.000.000 €, repartidos del modo siguiente: 23 174 000 000 €, incluidos 10.000.000.000 € para los países de cohesión (transportes), 5.126.000.000 € (energía), 1.000.000.000 € (telecomunicaciones).

mejorarse con la creación de nuevas infraestructuras de transporte y/o con el mantenimiento, rehabilitación o modernización de infraestructuras ya existentes.

El centro de atención ha pasado ahora de la realización de proyectos individuales a la creación de una Red Central de corredores estratégicos que unan, de Norte a Sur y de Este a Oeste, todos los rincones de una vasta zona geográfica, de Portugal a Finlandia y de la costa de Escocia a las riberas del Mar Negro.

Las conexiones Este-Oeste constituyen una prioridad central para la nueva política de infraestructuras de la UE.

En términos de financiación, se ha asignado específicamente a los llamados "*países de cohesión*" un importe de no menos de 11 300 millones de euros con el que se pretende dar un impulso adicional a la inversión en las principales conexiones Este-Oeste.

Para ejecutar la Red Central se establecerán nueve corredores, cada uno de los cuales deberá incluir tres modos de transporte, tres Estados miembros y dos tramos transfronterizos.

De esos nueve corredores, siete tienen una verdadera dimensión Este-Oeste. Se trata concretamente de los corredores Báltico-Adriático, Mar del Norte-Báltico, Mediterráneo, Este-Mediterráneo oriental, Atlántico, Mar del Norte-Mediterráneo y Rin-Danubio. En la práctica, puede verse ya desde ahora que los futuros corredores dotados de conexiones multimodales se extenderán de Este a Oeste y de las regiones geográficamente periféricas a las regiones del centro de la UE.

Antes no había ningún proyecto prioritario que conectara Polonia y Alemania. Ahora hay tres conexiones en la Red Central (Szczecin-Berlín, Varsovia-Berlín y Dresden-Wroclaw). La conexión Varsovia-Berlín forma parte también del corredor Mar del Norte-Báltico, que se sitúa entre Rotterdam y Tallín.

Los puertos alemanes no estaban conectados por ningún proyecto prioritario a los países de Europa Central (Hungría, Chequia, Eslovaquia, Bulgaria y Rumanía). Esta conexión forma parte ahora del corredor Este/Mediterráneo oriental.

Eslovaquia y Chequia no estaban conectadas de forma eficiente al sur de Alemania. Ahora, dos de los enlaces de la Red Central (Praga-Nuremberg-Francfort y Praga-Munich-Stuttgart) son parte integrante del corredor Rin-Danubio.

El Danubio constituía un proyecto prioritario en sí mismo, pero se limitaba a las vías de navegación interior. Ahora, el corredor Rin-Danubio no solo cubrirá este último río, sino que además lo conectará mejor a las otras vías fluviales (Rin) y comprenderá también líneas ferroviarias y carreteras para conectar la Europa Central a Alemania y Francia.

1.4.2.10.-Selección de los proyectos de la Red Básica (Central)

El principio básico es que cada país pueda acceder a una potente Red Central de transporte europea que haga posible el libre flujo de personas y mercancías. Todos los países europeos quedarán conectados a esa red.

Los motivos por los que esos proyectos podrán acogerse a la financiación de la UE son los siguientes:

– cumplen los criterios establecidos en la metodología para determinar la presencia en la Red Básica.

– ofrecen un alto valor añadido europeo y presentan la madurez necesaria para su ejecución entre 2014 y 2020.

Los Estados miembros deberán presentar a la Comisión propuestas detalladas, y será sobre esta base sobre la que se asignarán los recursos. Esto tendrá lugar desde comienzos de 2014. El nivel preciso de financiación de la Unión dependerá de los datos que faciliten las propuestas nacionales. Por lo general, en cada período presupuestario de siete años, la contribución que hará la UE para desarrollar una infraestructura de transporte importante se situará en torno al **20 % de los costes de inversión totales**.

La ayuda concedida para la elaboración de **estudios individuales** podrá llegar al **50 %**, y la consagrada a estudios y obras de construcción de **proyectos transfronterizos hasta el 40 %**. El resto deberá ser aportado por los Estados miembros, por sus autoridades regionales y, posiblemente, por inversores privados. En el caso de los no menos de 11.300 millones de euros atribuidos específicamente a los Estados miembros que pueden acogerse al **Fondo de Cohesión**, la **cofinanciación podrá alcanzar como máximo el 85 %**.

1.4.2.11.-Requisitos exigidos a la Red Básica

Los proyectos que reciban financiación dentro de la Red Central tendrán que cumplir una serie de rigurosos requisitos técnicos.

Es lógico que, tratándose precisamente de una Red Central, los requisitos técnicos que se le apliquen sean interoperables en toda la red. Esto implica, por ejemplo, la necesidad de introducir en todas partes el sistema **ERTMS** (Sistema de Gestión del Tráfico Ferroviario en Europa), que es el sistema de transporte inteligente (**STI**) básico para el control de los ferrocarriles. De igual forma, las normas de seguridad vial (con requisitos para túneles y carreteras) deben aplicarse en el conjunto de la red, y a ellas debe sumarse la tecnología de los STI. Asimismo, si en el futuro se establece una infraestructura adecuada para los vehículos eléctricos (por ejemplo, puntos de carga), lo lógico es que tal infraestructura responda a unas reglas comunes a fin de que esos vehículos puedan hacer uso de ella en toda la red.

1.4.2.12.-Rentabilidad de la inversión europea en los proyectos de la Red Global

Los 31.700 millones de euros que el **Mecanismo «*Conectar Europa*»** asigna al transporte dentro del marco financiero plurianual actuarán efectivamente como «*capital de lanzamiento*» para impulsar a los Estados miembros a invertir en aquellas conexiones y enlaces transfronterizos que, por su dificultad, no llegarían probablemente a construirse de no ser por esa inyección inicial de capital.

La financiación de la RTE-T tiene ciertamente un fortísimo efecto multiplicador. La experiencia de los últimos años muestra que cada millón de euros gastado a nivel europeo genera 5 millones procedentes de los gobiernos de los Estados miembros y 20 millones del sector privado.

A esos recursos añadidos se suma ahora, además, la posibilidad de atraer nuevos fondos del sector privado a través de instrumentos innovadores tales como los bonos de financiación de proyectos.

1.4.2.13.-Cofinanciación de los proyectos prioritarios de la Red Transeuropea de Transportes

Las infraestructuras de transporte exigen enormes inversiones, y la mayor parte de ellas debe correr a cargo de los Estados miembros. El papel de Europa en términos de inversión y de coordinación es apoyar la creación de una red de transportes verdaderamente europea y añadir valor a las realizaciones eliminando estrangulamientos e impulsando la construcción de aquellos enlaces y conexiones que sigan faltando para completar la red.

Los tipos de cofinanciación normales que aplicará la UE para los proyectos RTE-T de la Red Central serán los siguientes:

– hasta el **50 % para estudios**;

– hasta el **20 % para obras** (por ejemplo, obras de exploración para la construcción de túneles de gran dimensión);

– hasta el **30%** para obras que solucionan **estrangulamientos y cuellos de botella**.

– posibilidad de llegar a un **40 % para proyectos transfronterizos** de conexión de líneas ferroviarias y de vías de navegación interior;

– hasta el **50 %** para ayudar a los Estados miembros a financiar su transición a **sistemas de transporte inteligentes** tales como el ERTMS.

1.4.2.14.- Cumplimiento de los objetivos ecológicosde la red RTE-T

La RTE-T constituye un instrumento esencial para que la política de transportes pueda cumplir el objetivo global de que antes de que finalice **2050 se hayan reducido un 60 % las emisiones procedentes del transporte**[6]. En su núcleo, la RTE-T es una red de transporte multimodal que facilita de forma sustancial a pasajeros y a mercancías el paso de las carreteras a los ferrocarriles y a otros modos de transporte. Antes de poder optar a los fondos de la UE, todos los proyectos RTE-T tienen que someterse a una rigurosa evaluación del impacto ambiental y han de cumplir la totalidad de los requisitos de planificación y sostenibilidad que establece la normativa medioambiental de la Unión.

1.4.3.- Red Transeuropea de Transporte. Desarrollo 2014-2020

Formulada la Propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se crea el **Mecanismo «*Conectar Europa*».** (19 de octubre de 2011), y una vez resueltas todas las enmiendas presentadas por los grupos parlamentarios de la eurocámara, se realiza la aprobación definitiva de los ejes prioritarios y su financiación para el periodo 2014-2020 aprobándose en el Parlamento los siguientes Reglamentos:

– **Reglamento (UE) Nº 1315/2013** del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2013 sobre las orientaciones de la Unión para el desarrollo de la Red Transeuropea de Transporte, y por el que se deroga la Decisión Nº 661/2010/UE.

– **Reglamento (UE) Nº 1316/2013** del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2013 por el que se crea el **Mecanismo «Conectar Europa»**, por el que se modifica el Reglamento (UE) n o 913/2010 y por el que se derogan los Reglamentos (CE) n o 680/2007 y (CE) n o 67/2010

En estos Reglamentos la UE establece el mapa de las infraestructuras de transporte de la Red Básica "*Core Network*" (plazo de finalización 2030) y de la "*Comprehensive Network*" o Red Global, (plazo fin de 2050), que forman la red transeuropea de transportes TEN-T (*Trans European Network Transport*).

1.4.3.1.- Desarrollo de la Red Transeuropea de Transporte

La planificación, el desarrollo y la explotación de las redes transeuropeas de transporte contribuyen a la consecución de importantes objetivos de la Unión definidos, en particular, en la Estrategia Europa 2020 y en el Libro Blanco de la Comisión «***Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible***».

1.4.3.2.- Objetivos de la Red Transeuropea de Transporte (RTE-T)

La **Red Transeuropea de Transporte** reforzará la cohesión social, económica y territorial de la Unión y contribuirá a la creación de un espacio único europeo de transporte eficiente y sostenible, que aumente las ventajas para sus usuarios y respalde un crecimiento integrador. Demostrará un valor añadido europeo contribuyendo a los objetivos establecidos dentro de las cuatro categorías siguientes:

➢ ***Cohesión, a través de:***

– La accesibilidad y conectividad de todas las regiones de la Unión, incluidas las regiones remotas, ultraperiféricas, insulares, periféricas y montañosas, así como a las zonas escasamente pobladas;

– La reducción de las diferencias de calidad de las infraestructuras entre los Estados miembros;

[6] Libro blanco publicado en 2011 con el título «*Transporte 2050*»

– Tanto para el tráfico de pasajeros como de mercancías, la interconexión entre, por un lado, las infraestructuras de transporte para el tráfico de larga distancia y, por otro, el tráfico regional y local;

– Unas infraestructuras de transporte que reflejen las situaciones específicas en las diferentes partes de la Unión y abarquen de forma equilibrada todas las regiones europeas;

➢ ***Eficiencia, a través de:***

– La eliminación de cuellos de botella y la construcción de los enlaces pendientes, tanto dentro de las infraestructuras de transporte como en sus puntos de conexión, dentro de los territorios de los Estados miembros y entre ellos;

– La interconexión e interoperabilidad de las redes nacionales de transporte;

– La integración óptima y la interconexión de todos los modos de transporte;

– El fomento de un transporte económicamente eficiente y de alta calidad, que contribuya a un crecimiento económico y a una competitividad mayores;

– La utilización eficiente de las infraestructuras nuevas y de las ya existentes;

– La aplicación rentable de conceptos tecnológicos y operacionales innovadores;

➢ ***Sostenibilidad, a través de:***

– El desarrollo de todos los modos de transporte de manera coherente para garantizar un transporte sostenible y económicamente eficiente a largo plazo;

– La contribución a los objetivos de un transporte con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, hipocarbónico y limpio, la seguridad de abastecimiento de combustibles, la reducción de los costes externos y la protección del medio ambiente;

– La promoción de un transporte con bajas emisiones de carbono, con miras a conseguir para 2050 una reducción significativa de las emisiones de CO_2 de acuerdo con los objetivos correspondientes de la Unión de reducción de CO_2;

➢ ***Aumento de los beneficios para sus usuarios, a través de:***

– La satisfacción de las necesidades de movilidad y transporte de sus usuarios en la Unión y en las relaciones con terceros países;

– La garantía de un alto nivel de calidad, tanto en lo que se refiere al transporte de pasajeros como al de mercancías;

– El apoyo a la movilidad, incluso en caso de catástrofes naturales o antropogénicas, asegurando la accesibilidad a los servicios de emergencia y rescate;

– El establecimiento de requisitos para las infraestructuras, en particular en los campos de interoperabilidad, seguridad y protección, que aseguren la calidad, eficiencia y sostenibilidad de los servicios de transporte;

– La accesibilidad para las personas mayores, las personas de movilidad reducida y los pasajeros discapacitados.

1.4.3.3.- Estructura de doble capa de la red transeuropea de transporte

– El desarrollo gradual de la red transeuropea de transporte se logrará en particular mediante la aplicación de una estructura de doble capa, con un enfoque metodológico coherente y transparente, compuesta de una Red Global y de una Red Básica.

– **La Red Global** consistirá en todas las infraestructuras existentes y planificadas de la red transeuropea de transporte, así como de medidas destinadas a fomentar el uso eficiente y sostenible desde el punto de vista social y medioambiental de dichas infraestructuras

– **La Red Básica** estará compuesta de aquellas partes de la Red Global que tengan la mayor importancia estratégica para lograr los objetivos de desarrollo de la red transeuropea de transporte.

1.4.3.4.- RED GLOBAL. Fecha de finalización: 31 de diciembre 2050

Al desarrollar la Red Global, se dará prioridad general a las medidas necesarias para:

– Garantizar la mayor accesibilidad y conectividad de todas las regiones de la Unión, tomando en consideración el caso específico de las islas, las redes aisladas y las regiones escasamente pobladas, remotas y ultraperiféricas;

– Garantizar la integración óptima y la interoperabilidad de los modos de transporte;

– Construir los enlaces pendientes y eliminar los cuellos de botella, especialmente en los tramos transfronterizos;

– Fomentar la eficiencia y la sostenibilidad en el uso de las infraestructuras y, en caso necesario, incrementar la capacidad;

– Mejorar o mantener la calidad de las infraestructuras en cuanto a la seguridad, la protección, la eficiencia, el clima y, llegado el caso, la resiliencia frente a las catástrofes, el comportamiento medioambiental, las condiciones sociales, la accesibilidad para todos los usuarios, en particular para las personas mayores, las personas con movilidad reducida y los pasajeros con discapacidad, así como la calidad de los servicios y la continuidad de los flujos de tráfico;

– Implantar y desplegar las aplicaciones telemáticas y promover un desarrollo tecnológico innovador.

Además se deberá garantizar la seguridad de abastecimiento de combustible mediante una mayor eficiencia energética y fomentar el uso de fuentes de energía y sistemas de propulsión alternativos, en concreto los de emisiones bajas o nulas de carbono.

1.4.3.5.- Requisitos de las infraestructuras de transporte.

Los Estados miembros garantizarán que las infraestructuras ferroviarias:

– Estén equipadas con ERTMS, excepto en el caso de redes aisladas.

– Sean conformes a la Directiva 2008/57/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y sus medidas de ejecución, a fin de asegurar la interoperabilidad de la Red Global.

– Cumplan los requisitos de la ETI adoptada con arreglo al artículo 6 de la Directiva 2008/57/CE, excepto cuando lo permita la correspondiente ETI o al amparo del procedimiento previsto en el artículo 9 de la Directiva 2008/57/CE.

– Salvo en el caso de las redes aisladas, que las líneas ferroviarias estén totalmente electrificadas y, en la medida en que sea necesario para el funcionamiento de los trenes eléctricos, los apartaderos.

1.4.3.6.- Prioridades para el desarrollo de la infraestructura ferroviaria

– La implantación del ERTMS;

– La migración al ancho de vía nominal de 1 435 mm.

– La atenuación del impacto del ruido y las vibraciones provocados por el transporte por ferrocarril, en particular mediante medidas relativas a la infraestructura y al material rodante, incluidas pantallas de protección acústica.

– El cumplimiento de los requisitos de la infraestructura y la mejora de la interoperabilidad;

– Mejora de la seguridad de los pasos a nivel.

– Si procede, conexión de la infraestructura de transporte ferroviario con la infraestructura portuaria de vías navegables interiores.

1.4.3.7.- RED BÁSICA. Fecha de finalización: 31 de diciembre de 2030.

La **Red Básica**, estará compuesta de aquellas partes de la **Red Global** que tengan la máxima importancia estratégica para lograr los objetivos de la política de la Red Transeuropea de Transporte y reflejará la evolución de la demanda de tráfico y la necesidad de transporte multimodal. Contribuirá, en particular, a hacer frente al aumento de la movilidad y a asegurar un alto nivel de seguridad, así como a desarrollar un sistema de transporte hipocarbónico.

La **Red Básica** estará interconectada por medio de nodos y establecerá conexiones entre los Estados miembros y con las redes de infraestructuras de transporte de los países vecinos.

Los **corredores de la Red Básica** abarcarán los flujos de larga distancia más importantes de la Red Básica y estarán destinados, en particular, a mejorar los enlaces transfronterizos en el interior de la Unión. Estos corredores serán multimodales y estarán abiertos a la inclusión de todos los modos de transporte. Cruzarán al menos dos fronteras y, en lo posible, comprenderán al menos tres modos de transporte, con inclusión, cuando proceda, de las autopistas del mar.

A fin de garantizar el uso eficiente de los recursos de las infraestructuras de transporte, tanto para el transporte de pasajeros como para el de mercancías, y de proporcionarle capacidad suficiente, se tendrán en cuenta las tecnologías innovadoras, las aplicaciones telemáticas y las medidas reglamentarias y de gobernanza para gestionar la utilización de las infraestructuras.

1.4.3.8.- Infraestructuras de transporte ferroviario

– Electrificación total de la línea ferroviaria y, en la medida en que sea necesario para el funcionamiento de los trenes eléctricos, de los apartaderos;

– Líneas de mercancías de la Red Básica; como mínimo 22,5 t de carga por eje, 100 km/h de velocidad de línea y la posibilidad de que en ellas circulen trenes de 750 m de longitud;

– La implantación íntegra del ERTMS;

– Un ancho de vía nominal para las nuevas líneas ferroviarias: de 1 435 mm, excepto en los casos en que la nueva línea sea una extensión de una red con un ancho de vía distinto y esté separada de las líneas ferroviarias principales de la Unión.

Gráfico 39. Red global: Vías férreas, puertos y terminales de ferrocarril

Red básica: Vías férreas (transporte de mercancías), puertos y terminales de ferrocarril

Fuente: Reglamento (UE) Nº1315/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo

1.4.3.9.- Creación del Mecanismo «Conectar Europa»

La creación del **Mecanismo «*Conectar Europa*» (MCE)** persigue acelerar la inversión en el campo de las redes transeuropeas y funcionar como un factor multiplicador de fondos tanto del sector público como del privado, aumentando la seguridad jurídica y respetando el principio de neutralidad tecnológica. El MCE debe maximizar las sinergias entre los sectores del transporte, las telecomunicaciones y la energía, aumentado así la eficacia de la intervención de la Unión y permitiendo una optimización de los costes de ejecución.

Según la Comisión Europea, se calcula que las necesidades de inversión ascenderán a 970.000 millones de euros hasta 2020 por lo que respecta a las redes transeuropeas en los sectores del transporte, las telecomunicaciones y la energía.

El **Reglamento 1.316/2013** establece, para la ejecución del MCE durante el período de 2014 a 2020, una dotación financiera de 33.242.259 000 €, en precios corrientes que debe constituir el importe de referencia principal con arreglo al apartado 17 del Acuerdo Interinstitucional entre el Parlamento Europeo, el Consejo y la Comisión, de 2 de diciembre de 2013, sobre disciplina presupuestaria, cooperación en materia presupuestaria y buena gestión financiera para el Parlamento Europeo y el Consejo en el marco del procedimiento presupuestario anual.

El importe de 11.305.500.000 € en precios corrientes transferidos del Fondo de Cohesión establecido en el Reglamento (UE) n o 1.301/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo debe emplearse para comprometer recursos presupuestarios destinados a instrumentos financieros en el marco del presente Reglamento solamente a partir del 1 de enero de 2017.

1.4.3.10.-Objetivos principales de la política de la RTE-T

El 28 de marzo de 2011, la Comisión adoptó el Libro Blanco titulado «*Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible*». Este Libro Blanco persigue la **reducción en al menos el 60 % de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)** del sector del transporte de aquí a 2050, comparado con los niveles de 1990. En lo que se refiere a la infraestructura, el Libro Blanco tiene por objetivo la realización de aquí a 2030 de la «***Red Básica***» multimodal de la RTE-T en todo el territorio de la Unión. La interoperabilidad puede mejorarse con soluciones innovadoras destinadas a aumentar la compatibilidad entre los sistemas de que se trate. El Libro Blanco tiene también por objeto optimizar el rendimiento de las cadenas logísticas multimodales, en particular incrementando el uso de modos más eficientes desde el punto de vista energético. Para ello establece los siguientes objetivos principales de la política de la RTE-T: **la transferencia hacia otros modos de transporte del 30 % de las mercancías transportadas por carretera en distancias superiores a 300 km de aquí a 2030, y de más del 50 % de aquí a 2050; la triplicación de la longitud de la red de ferrocarril de alta velocidad existente de aquí a 2030, y la transferencia al ferrocarril de la mayoría del transporte de pasajeros de media distancia de aquí a 2050**; también de aquí a 2050, todos los aeropuertos de la Red Básica deben estar conectados a la red ferroviaria; y todos los puertos marítimos a la red ferroviaria de mercancías y, en la medida de lo posible, al sistema de vías navegables interiores.

Atendiendo al análisis de los planes de infraestructura de transporte de los Estados miembros, la Comisión calcula que las necesidades de inversión en transporte ascienden a 500.000 millones de euros en la totalidad de la red RTE-T para el período 2014-2020, de los cuales se calcula que será necesario invertir 250.000 millones de euros en la Red Básica de la RTE-T.

1.4.3.11.-Objetivos del Mecanismo «Conectar Europa»

El presente Reglamento establece el **Mecanismo «Conectar Europa» (MCE),** que determina las condiciones, métodos y procedimientos para proporcionar ayuda financiera de la Unión a las redes transeuropeas a fin de apoyar proyectos de interés común en el sector de las infraestructuras de transporte, telecomunicaciones y energía, y de explotar las sinergias potenciales entre esos sectores. Establece asimismo el desglose de los recursos que deben facilitarse con arreglo al marco financiero plurianual del período 2014-2020.

a) **Eliminar los cuellos de botella,** mejorar la interoperabilidad del transporte, realizar conexiones donde no existan y, en particular, mejorar los tramos transfronterizos. La consecución de este objetivo se medirá por:

– El número de conexiones transfronterizas nuevas o mejoradas,

– El número de kilómetros de líneas ferroviarias adaptados al ancho de vía nominal europeo y provistos del ERTMS,

– El número de cuellos de botella eliminados y de tramos en que se ha incrementado la capacidad en las rutas de transporte de todos los modos de transporte que hayan recibido financiación del MCE,

– La longitud de la red de vías navegables por clase en la Unión, y

– La longitud de la red ferroviaria en la Unión mejorada de acuerdo con los requisitos del artículo 39, apartado 2, del Reglamento (UE) 1315/2013;

b) **Garantizar unos sistemas de transporte sostenibles y eficientes a largo plazo**, con objeto de prepararse para los futuros flujos de transporte previstos, así como de hacer posible la descarbonización de todos los modos de transporte mediante la transición a tecnologías hipocarbónicas innovadoras y eficientes en el uso de la energía, al tiempo que se optimiza la seguridad. La consecución de este objetivo se medirá por:

– El número de puntos de suministro de fuentes alternativas de energía para vehículos que empleen la Red Básica de la RTE-T para el transporte por carretera en la Unión,

– El número de puertos terrestres y marítimos de la Red Básica de la RTE-T provistos de puntos de suministro de combustibles alternativos en la Unión, y

– La reducción del número de víctimas mortales en la red de carreteras en la Unión;

c) **Optimizar la integración y la interconexión de los modos de transporte y reforzar la interoperabilidad de los servicios de transporte**, garantizando al mismo tiempo la accesibilidad de las infraestructuras de transporte.

1.4.3.12.-Presupuesto

La dotación financiera para la aplicación del MCE para el período 2014-2020 será de 33.242.259.000 € [7] en precios corrientes. Esta cantidad se distribuirá como sigue:

– Sector del transporte: 26.250.582 000 € de los cuales 11.305.500 000 € serán transferidos del Fondo de Cohesión para gastos al amparo del presente Reglamento únicamente en los Estados miembros que pueden optar a financiación de dicho Fondo.

– Sector de las telecomunicaciones: 1.141.602.000 €.

– Sector de la energía: 5.850.075.000 €.

[7] La dotación financiera del *MCE* para 2014-2020 en precios constantes de 2011 es de 29.300.000.000 €, repartidos del modo siguiente: 23 174 000 000 €, incluidos 10.000.000.000 € para los países de cohesión (transportes), 5.126.000.000 € (energía), 1.000.000.000 € (telecomunicaciones).

1.4.3.13.-Porcentajes de financiación

a) En lo que se refiere a las subvenciones para **estudios, del 50 %** del coste subvencionable.

b) En lo que respecta a las subvenciones para obras:

– Para redes de ferrocarril y de carretera en el caso de los Estados miembros sin redes ferroviarias en su territorio o en caso de un Estado miembro, o de una parte de un Estado miembro, con una red aislada y sin transporte de mercancías por ferrocarril de larga distancia: del **20 % de los costes subvencionables**; el porcentaje de financiación podrá ascender al **30 % como máximo en el caso de acciones para resolver cuellos de botella; y al 40 % en el caso de acciones relativas a tramos transfronterizos y acciones de refuerzo de la interoperabilidad del transporte ferroviario;**

– Para el transporte terrestre, los **accesos y el desarrollo de plataformas logísticas multimodales**, incluidos los enlaces de la red de carreteras con puertos marítimos e interiores y aeropuertos, así como el desarrollo de puertos: del **20 % de los costes subvencionables.**

1.4.4.- Corredores prioritarios en España

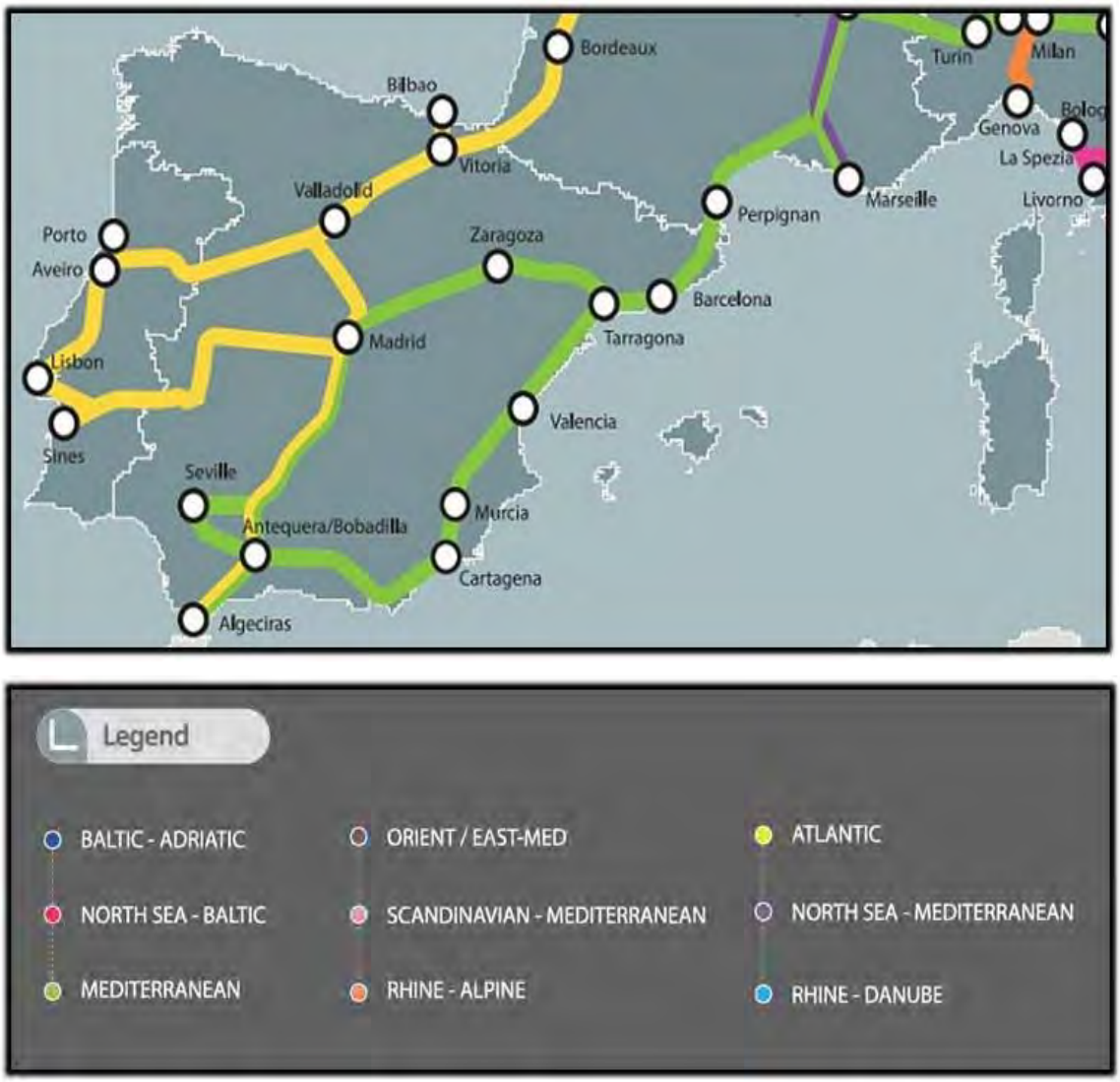
La red principal de la RTE-T multimodal con los corredores de la red principal contribuirá en gran medida a la cohesión europea y al fortalecimiento del mercado interior. Una economía más competitiva producirá un aumento del empleo. La mejora de la intermodalidad con la mejora de los ferrocarriles, las vías navegables interiores y las infraestructuras marítimas dentro de la infraestructura multimodal de la RTE-T, así como las tecnologías innovadoras en el campo del transporte, dará lugar a la transferencia entre modos de transporte, la reducción de la congestión en las carreteras, la disminución de las emisiones de los gases contaminantes y de efecto invernadero y la mejora de la seguridad del transporte.

España hay 2 corredores de la Red Principal que atraviesan el país:

1)El **Corredor Mediterráneo**, que enlaza los puertos de Algeciras, Cartagena, Valencia, Tarragona y Barcelona, atraviesa el sur de Francia, con un enlace hacia Marsella, Lyon hacia el norte de Italia y Eslovenia y un ramal a través de Croacia hacia Hungría y la frontera de Ucrania. Comprende la red de ferrocarril y de carreteras, los aeropuertos, los puertos, los terminales ferrocarril-carretera y, en el norte de Italia, también la vía navegable del Río Po. Los proyectos principales son las líneas de ferrocarril con ancho de vía UIC estándar, el túnel ferroviario Lyon –Turín y el cruce de Karst entre Trieste/Koper – Ljubljana.

2)El **Corredor Atlántico**, que enlaza los puertos ibéricos de Algeciras, Sines, Lisboa, Oporto y Bilbao, atravesando el oeste de Francia y, con un enlace desde Le Havre y Rouen, continúa hacia París y más hacia el este hacia Mannheim y Estrasburgo. Comprende la red de ferrocarril y de carreteras, los aeropuertos, los puertos, los terminales ferrocarril-carretera y el Sena como vía navegable interior. Uno de sus objetivos principales es aumentar la interoperabilidad ferroviaria mediante el cambio al ancho de vía estándar UIC en la Península Ibérica.

Gráfico 40. Corredores Atlántico y Mediterráneo en la Península Ibérica



Fuente: Comisión Europea. Mobility and Transport

La situación definitiva de la Red Transeuropea de Transportes en España se refleja en los planos generados por el Ministerio de Fomento del Gobierno de España a tal efecto. En el gráfico siguiente se refleja cómo queda la Red Básica de ferrocarriles y corredores mixtos en España

En ella se puede ver como **el tramo ferroviario de Mérida a Puertollano** queda relegado a la **Red Global** cuya ejecución se retrasa a finales de 2050. **Este tramo ferroviario manchego-extremeño se le denomina Cofemanex y es el objeto de esta tesis doctoral**.

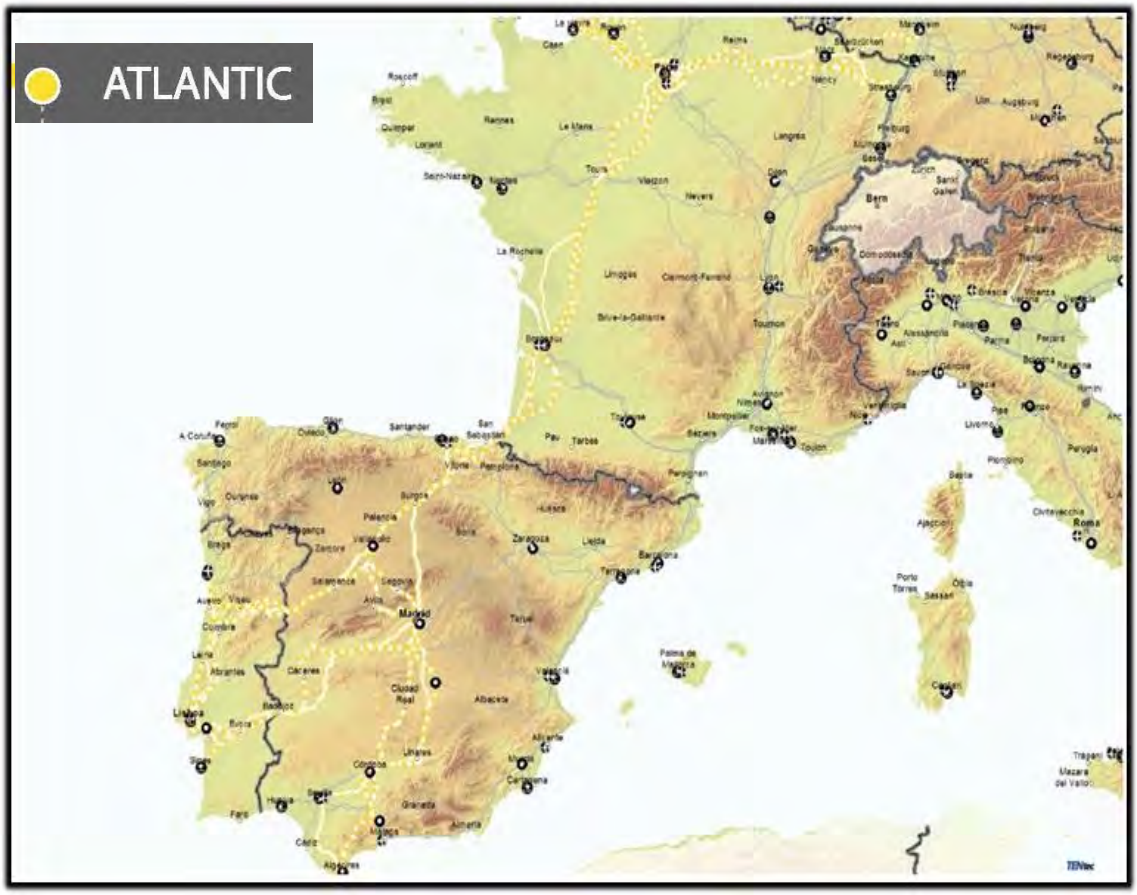
Gráfico 41. Red Transeuropea de Transporte. Red básica de ferrocarriles y corredores mixtos

Fuente: Ministerio de Fomento

1.4.4.1.- Corredor Atlantico

Este corredor diagonal unirá la Península Ibérica con Francia y Alemania, con las líneas ferroviarias de alta velocidad y los convencionales paralelas, que prevé la continuidad de las redes entre Lisboa, Madrid, París y Estrasburgo / Mannheim. En gran parte basado en el Atlántico y ramales ibéricos del primitivo proyecto prioritario nº 3, estos enlaces interoperables mejorarán las conexiones entre las zonas urbanas más importantes de la zona y fomentan un cambio de tráfico desde el transporte aéreo y por carretera congestionada al ferrocarril. Además, proporcionará un mejor uso de la red convencional para trenes de mercancías, haciendo el mejor uso de Rail Freight Corridor nº4.

Gráfico 42 Corredor Atlántico



Fuente: Comisión Europea. Mobility and Transport

La dimensión marítima juega un papel crucial en este corredor, que une y refuerza el papel de la puertos centrales más occidentales de Europa continental (Sines, Lisboa / Setúbal, Leixoes-Porto), y está conectada con el Mar del Norte a través de un multimodal eje París-Le Havre (vías navegables, vías férreas y carreteras). La ruta del corredor incluye también los principales puertos de Cantabria / bahía de Vizcaya, como Bilbao y Burdeos. En el gráfico siguiente se representa la definición del eje Atlántico ferroviario y la inversión prevista en España.

Gráfico 43. Corredor Atlántico. Modo ferrocarril

Corredor Atlántico	11.699 M€
Frontera Francesa-Valladolid	1.739 M€
Venta de Baños-León-Asturias	300 M€
Olmedo-Ourense	2.500 M€
Interoperabilidad (estándares UIC – instalación de tercer carril): - Madrid-Ávila-Valladolid - León-Ourense-Vigo - Medina del Campo-Potuguese border - Burgos-Bibao&French border	3.770 M€
Lugo-Santiago de Compostela (viario)	600 M€
Acceso ferroviario a puertos	1.450 M€
Acceso viario a puertos	320 M€
Plataformas multimodales y accesos a grandes centros de producción	1.020 M€

Fuente: Ministerio de Fomento

- ***Principales eslabones perdidos***

El principal vínculo que falta es la conexión transfronteriza entre Lisboa y Madrid. La sección Porto - Valladolid se ve afectada por la falta de electrificación en el lado español. Adicionalmente problemas de interoperabilidad (diferencia de ancho, electrificación, sistemas de señalización y longitud de los trenes) afectará a la sección de Burdeos, donde la nueva línea no ha alcanzado el desarrollo.

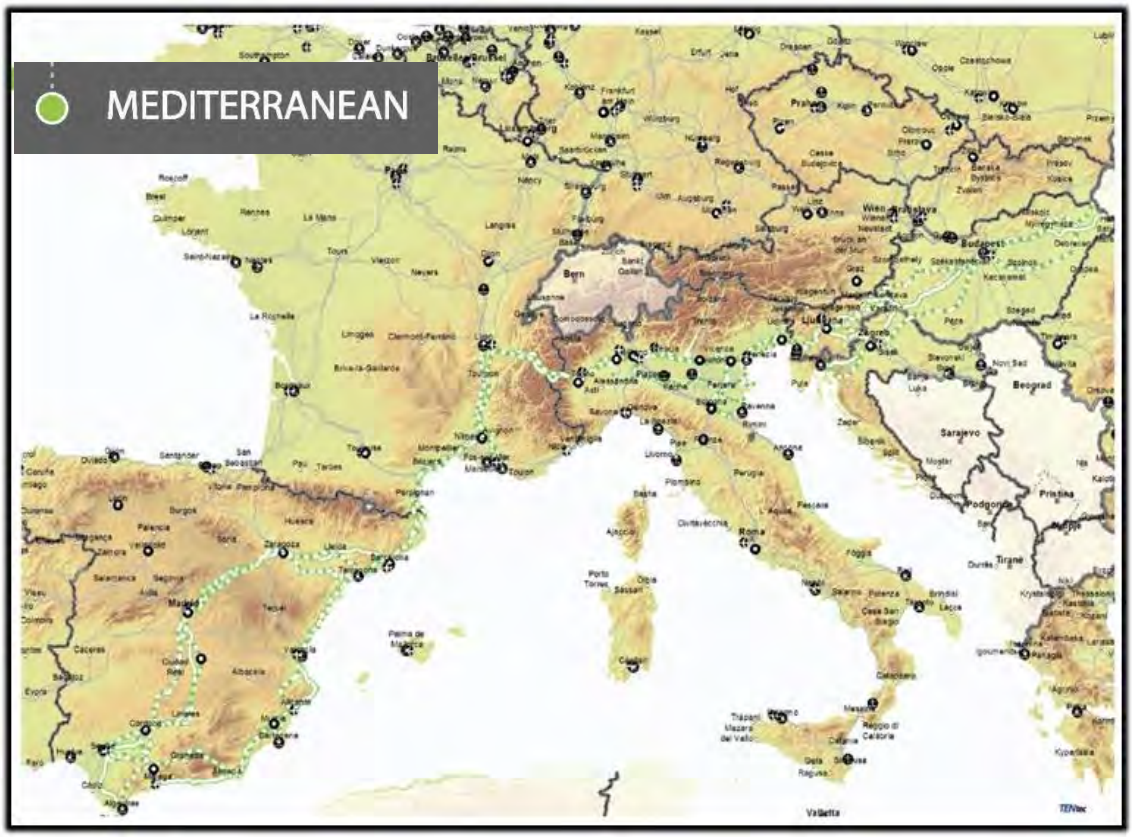
En cuanto a las carreteras, los sistemas de peaje electrónicos aún no son interoperables, aunque Portugal y España están empezando a implantar sistemas interoperables a lo largo de la costa atlántica.

Tabla 7. Proyectos clave necesarios para la construcción del corredor Atlántico

Ciudades implicadas	Tipología de infraestructura	Descripción
Ferrocarril de alta velocidad Sines/Lisboa - Madrid	Ferrocarril, puertos	Estudios y obras en curso. Mejora de la interconexión modal de los puertos de Sines/ Lisboa
Conexión ferroviaria Aveiro – Salamanca – Medina del Campo	Ferrocarril	Transfronterizo: obras en curso
Enlace ferroviario Bergara - San Sebastián -Bayona	Ferrocarril	Finalización prevista en España para 2016, en Francia para 2020
Valencia - Tarragona - Barcelona	Ferrocarril	Construcción entre 2014 - 2020

Fuente: Comisión Europea. Mobility and Transport

Gráfico 44. Corredor Mediterráneo



Fuente: Comisión Europea. Mobility and Transport

1.4.4.2.- Corredor Mediterráneo

El Corredor Mediterráneo une la Península Ibérica con la frontera entre Hungría y Ucrania.

Sigue las costas mediterráneas de España y Francia, cruza los Alpes hacia el este a través de El norte de Italia, dejando la costa del Adriático en Eslovenia y Croacia hacia Hungría. Aparte del río Po y otros canales en el norte de Italia, se compone de carretera y ferrocarril. Ferroviaria clave proyectos a lo largo de este corredor son los enlaces Lyon - Turín y la sección Venecia – Ljubljana.

Este corredor de unos 3.000 km, la integración de los proyectos prioritarios 3 y 6, ERTMS corredor D y la correspondiente a Rail Freight Corridor 6, proporcionará un enlace multimodal de los puertos del Mediterráneo occidental con la centro de la UE. Asimismo, se creará un enlace este-oeste a través de la parte sur de la Unión Europea, contribuye a intermodalidad en áreas sensibles como los Pirineos y los Alpes y conectar algunas de las principales zonas urbanas de la UE con los trenes de alta velocidad.

- ***Principales eslabones perdidos***

Las principales secciones que faltan son los nuevos enlaces ferroviarios transfronterizos entre Francia e Italia ("Lyon-Turín") y entre Italia y Eslovenia ("Trieste-Divača") y la finalización de un enlace ferroviario completamente renovado entre España y Francia. Además se tendrá en cuenta la inclusión de Croacia. Tienen que ser desarrolladas conexiones multimodales con los puertos en España y algunos tramos ferroviarios en Italia tienen que ser renovados con el fin de eliminar los cuellos de botella. La coexistencia de dos anchos de vía: 1668 mm en España, 1435 mm en los otros países es otro reto para este corredor.

Tabla 8. Proyectos clave necesarios para la construcción del corredor Mediterráneo

Ciudades implicadas	Tipología de infraestructura	Descripción
Algeciras - Madrid	Ferrocarril	Estudios en curso. Las obras empezarán antes de 2015 y deberán finalizar en 2020
Sevilla - Antequera - Granada - Almería - Cartagena - Murcia - Alicante - Valencia	Ferrocarril	Estudios y obras
Madrid-Zaragoza-Barcelona	Ferrocarril	Modernización de las líneas ya existentes (ancho de vía, apartaderos, andenes)
Valencia - Tarragona - Barcelona	Ferrocarril	Construcción entre 2014 y 2020
Barcelona	Puerto	Accesos ferroviarios al puerto y aeropuerto
Barcelona - Perpiñán	Ferrocarril	Tramo transfronterizo. Obras en curso. Nueva línea concluida en 2015. Modernización de la línea existente (ancho de vía, apartaderos)

Fuente: Comisión Europea. Mobility and Transport

En el gráfico siguiente se representa el eje y la previsión de inversión en España.

Gráfico 45. Corredor Mediterráneo. Modo ferrocarril

Corredor Mediterráneo	19.424 MM €
Barcelona-Tarragona-Castellón-Valencia	5.930 MM €
Valencia-Alicante-Murcia-Cartagena-Almería	1.846 MM €
Almería-Granada-Antequera-Sevilla/Algeciras	4.385 MM €
Interoperabilidad (estándares UIC – instalación de tercer carril): - Barcelona-Cartagena - Granada-Antequera-Sevilla	3.756 MM €
Acceso ferroviario a puertos	513 MM €
Acceso viario a puertos	520 MM €
Plataformas multimodales y accesos a grandes centros de producción	2.474 MM €

Fuente: Ministerio de Fomento

Teniendo en cuenta los beneficios que pueden obtener en la larga distancia las mejoras de un corredor, los cuadros que figuran a continuación comprenden también medidas en tramos de los corredores más allá de sus fronteras

Tabla 9. Proyectos necesarios para la construcción de los corredores Mediterráneo y Atlántico, fuera de sus fronteras

Ciudades implicadas	Tipología de infraestructura	Descripción
Praga - Linz, nuevo enlace ferroviario de gran capacidad: enlace central transpirenaico. <<Iron-Rhine>>(Rheidt-Amberes)	Transfronterizo, Ferrocarril	Estudios en curso
A Coruña — Vigo — Palencia	Cuello de botella, Ferrocarril, Autopistas del mar	Obras en curso (incluidos los puertos y las plataformas multimodales)
Gijón - Palencia	Ferrocarril, Autopistas del Mar	Obras en curso (incluidos los puertos y las plataformas multimodales)
A Coruña — Madrid (servicio de pasajeros de alta velocidad)	Cuello de botella, Ferrocarril	Obras en curso
Bilbao – Pamplona – Zaragoza – Sagunto	Otras redes principales, Ferrocarril	Estudios y obras
Huelva – Sevilla	Otras redes principales, Ferrocarril	Obras en curso
Barcelona – Valencia – Livorno	Otras redes principales, Autopistas del Mar	Modernización

Fuente: Comisión Europea. Mobility and Transport

En los gráficos siguientes se representan los denominados Corredor Central y Corredor Altántico-Mediterráneo por el Ministerio de Fomento, y su inversión estimada.

Gráfico 46. Corredor Atlántico-Mediterráneo. Ferrocarril

Corredor Atlántico-Mediterráneo	6.025 MM €
Madrid-Cáceres-Badajoz-Frontera Portuguesa	3.000 MM €
Duplicación ramal mercancías Silla-Fuente San Luis	100 MM €
Duplicación vía Xátiva-L'Alcudia	38 MM €
Interoperabilidad (estándares UIC – instalación de tercer carril):	2.100 MM €
- Madrid-Albacete-Valencia	
Acceso ferroviario a puertos	2 MM €
Plataformas multimodales y accesos a grandes centros de producción	785 MM €

Fuente: Ministerio de Fomento

Gráfico 47. Corredor Central. Modo ferrocarril

Corredor Central	11.621 MM €
Madrid-Aranjuez	175 MM €
Antequera-Algeciras	1.500 MM €
Antequera-Sevilla	385 MM €
Barcelona-Tarragona	1.956 MM €
Travesía Central de los Pirineos (TCP)	110 MM €
Interoperabilidad (estándares UIC – instalación de tercer carril): - Tarragona-Zaragoza-Madrid - Madrid-Córdoba-Algeciras	4.832 MM €
Acceso ferroviario a puertos	286 MM €
Acceso viario a puertos	297 MM €
Plataformas multimodales y accesos a grandes centros de producción	2.080 MM €

Fuente: Ministerio de Fomento

1.4.5.- Reflexiones sobre la selección de los corredores de la "Red Básica" pertenecientes a la RTE-T8

Cuando en el año 2001, el Gobierno de España fue consultado por la definición de la **RTE-T en el territorio español**, la propuesta planteada promocionó la conexión ferroviaria a través del **Eje 16, que conectaba Sines y Algeciras con Francia**. Ambos tráficos, hacia Sines y Algeciras, partían desde Alcázar de San Juan bifurcados en dos secciones. A su vez, Alcázar de San Juan se unía con Madrid por línea convencional hasta Zaragoza, desde donde se esperaba llegase a Francia a través de la construcción de un túnel de baja cota que sirviese de paso fronterizo.

En los últimos años, ha existido un gran debate sobre qué corredores ferroviarios hay que fomentar en España y si hay que añadir otros, para que sean cofinanciados con fondos comunitarios en el marco de la RTE-T. El punto de partida de esta polémica nace en las alegaciones e informes emitidos por diferentes instancias autonómicas -especialmente valencianas y catalanas, pero también andaluzas y murcianas- contra los informes publicados por el grupo de alto nivel "*De Palacio*". Estos documentos defienden una posición contra la fuerte tradición centralista y la óptica radial de las infraestructuras españolas; criticando la metodología "ascendente" en el diseño de las RTE-T y demandando la incorporación del eje ferroviario mediterráneo, desde Barcelona a Algeciras, como proyecto prioritario de la RTE-T.

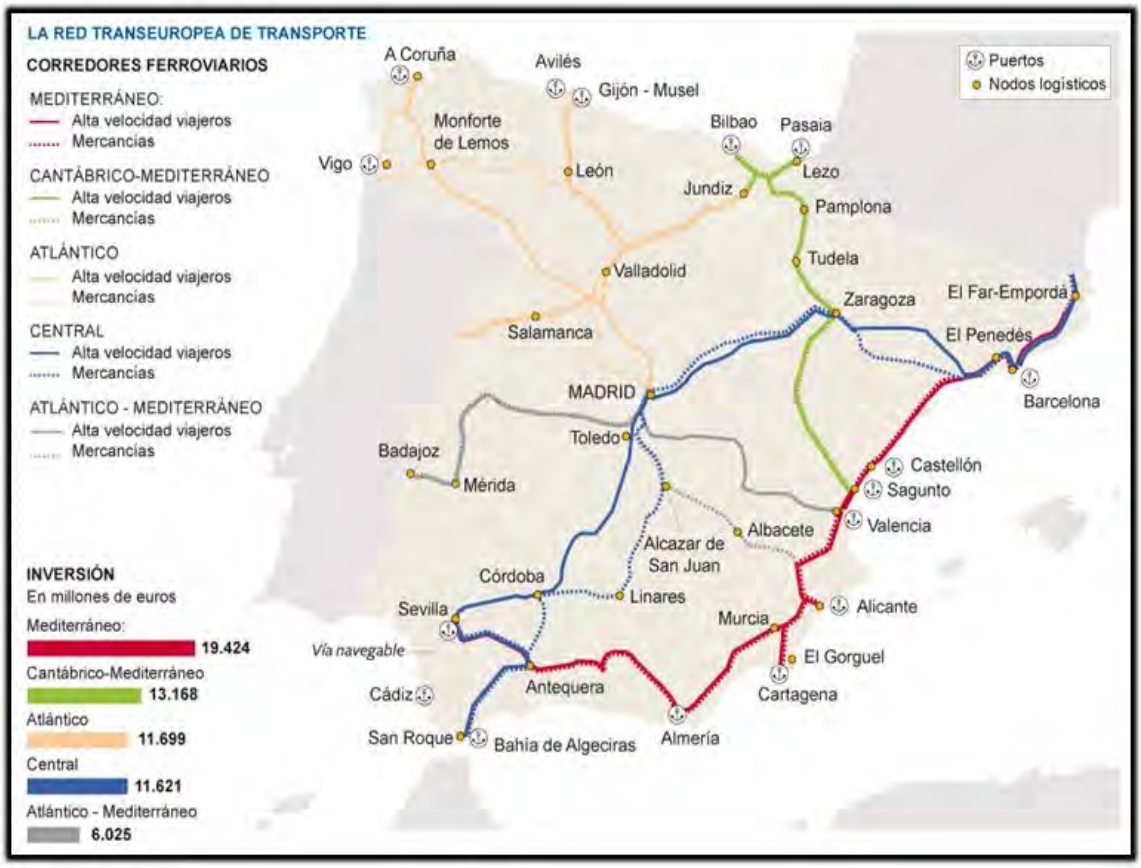
Desde un punto de vista jurídico, las alegaciones no debían realizarse contra el Informe del Grupo "*De Palacio*", ya que este informe no podía intervenir de modo alguno sobre las RTE-T que habían sido definidas en la **Decisión 884/2004/CE, priorizando el Eje 16.** Sin embargo, la Comisión Europea tomó nota de los argumentos de este grupo de poder, capitaneado por **FERRMED**

En el verano de 2011, José Blanco anunció que a petición del Gobierno Central, la Unión Europea incluiría en septiembre el Corredor Mediterráneo - de Algeciras a Cataluña a través de Valencia- en sus planes prioritarios de transporte ferroviario de mercancías, disparando las alarmas en el resto de España, ya que **se ponía en peligro el Eje 16 (Sines-Badajoz-Puertollano-Madrid-Zaragoza-París).**

Finalmente la Comisión decidió incluir al Corredor Mediterráneo, al Atlántico y a parte del Central, entre los nueve corredores sujetos a financiación comunitaria. Una de las justificaciones oficiales fue la contribución del Corredor Mediterráneo a la eliminación del cuello botella que se produce en la frontera francesa; aspecto concesional una vez aparcada la construcción de una Travesía Central del Pirineo (*TCP*).

[8] César Muñoz Martínez. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Departamento de Economía Aplicada

Gráfico 48. Inversión de los distintos corredores españoles pertenecientes a la Red Transeuropea de Transporte



Fuente: Ministerio de Fomento

Se puede concluir por tanto que parte del Eje 16 podrá convivir con el Corredor Mediterráneo uniéndose a él por Albacete o por el corredor del Ebro e incluso a Francia desde Zaragoza por Hendaya; pero desaparece por completo el tramo que unía Mérida con Puertollano. **Este corredor ferroviario Manchego-Extremeño (Cofemanex) deja de ser prioritario para la Comisión Europea y por tanto no recibirá subvenciones europeas para su acondicionamiento.**

1.5.- ANÁLISIS DEL EJE FERROVIARIO DE MERCANCÍAS BADAJOZ-PUERTOLLANO (COFEMANEX) Y LA RED TRANSEUROPEA DE TRANSPORTE

Como ya se ha descrito anteriormente, el Corredor Central (antiguo Eje 16) era un eje de transporte ferroviario de mercancías que estaba definido desde 1996[9] e incluido en la Red de Ejes Prioritarios de la Unión Europea (RTE-T), desde 2003, con motivo de la XIX Cumbre Hispano- Lusa, de Figueira da Foz, el 7 de Noviembre, donde se acordó que el AVE Madrid-Lisboa pasase por Extremadura, con estaciones en Cáceres y en Badajoz.

Su trazado tenía en el inicio dos ramales uno en el puerto de Sines (Portugal) y el otro en Algeciras (España). Ambos ramales se unían en Manzanares, donde ya como una sola línea, pasaba por Madrid, Zaragoza, Huesca, a través de los Pirineos mediante un Túnel Transpirenaico de gran capacidad, Toulouse y finalizaba en París (Francia).

El eje unía el océano Atlántico con el centro de Europa, con una longitud de trazado de unos 1.850 km en la parte comprendida en la Península Ibérica.

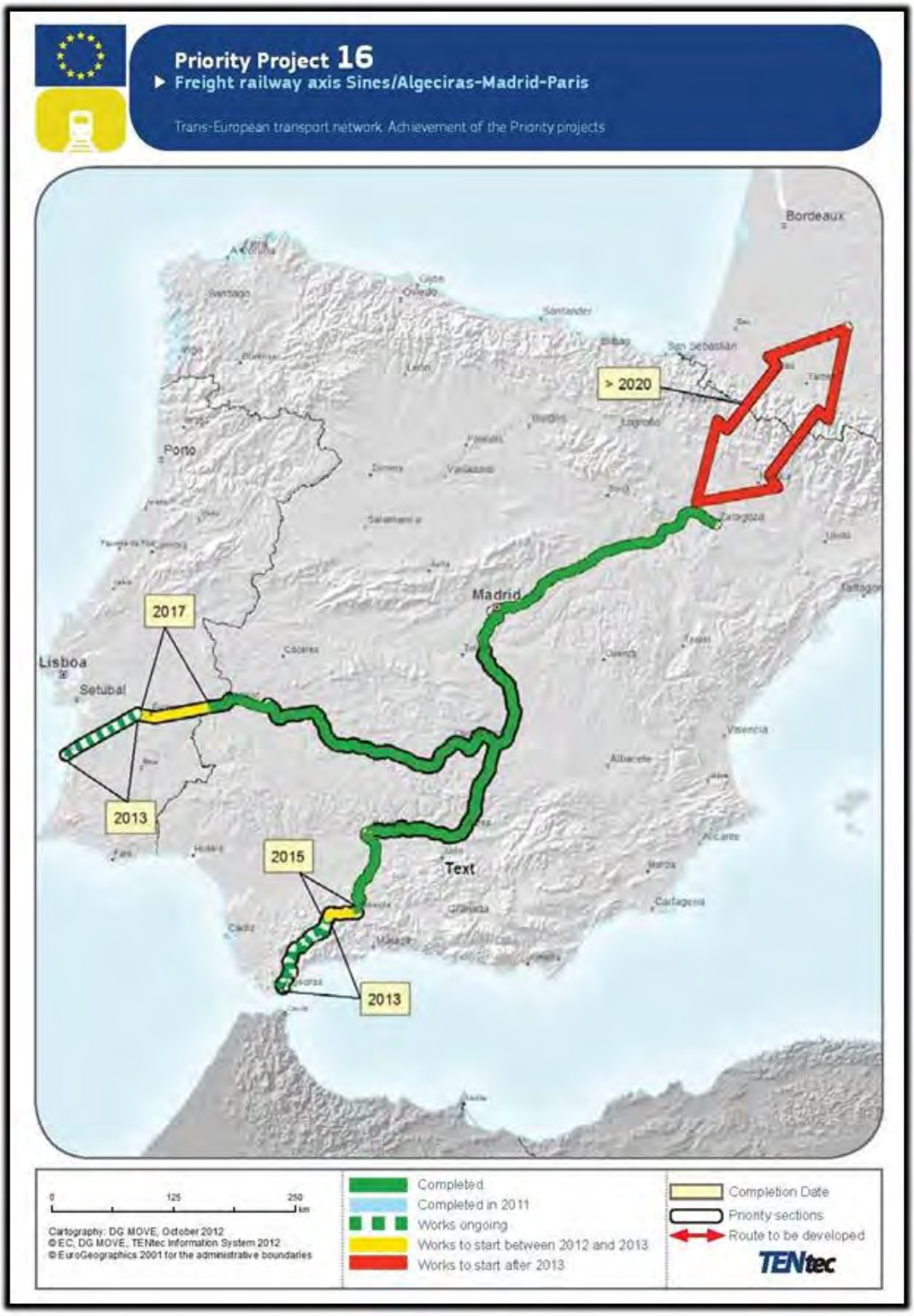
Las características técnicas básicas del eje eran:

- Ancho de vía internacional (1435 mm), utilizado en general en Europa.
- Interoperable con el resto de la red transeuropea de transporte por ferrocarril.
- Diseñado para tráfico Mixto, apto por tanto para Mercancías y Viajeros.

Los tramos Ibéricos del Eje 16 fueron incluidos, a propuesta del Consejo de la Unión Europea, mediante el **Reglamento (UE) N° 913/2010 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de septiembre de 2010,** sobre una red ferroviaria europea para un transporte de mercancías competitivo, como Ruta 4 (Sines-Lisboa/Leixoes/Sines-Elvas/Algeciras-Madrid-San Sebastián-Burdeos-París-Metz) de la Red Europea de Ferrocarril de Mercancías Competitivo.

[9] Decisión n° 1.692/96/EC sobre "Pautas Comunitarias para el desarrollo de la RTE de Transportes"

Gráfico 49. Previsiones de la construcción del eje 16 a noviembre de 2012



Fuente: Comisión Europea. TEN-T Priority Projects. Progress Report 2012

1.5.1.- Ventajas del Corredor Central

1.5.1.1.- Ventajas generales.

Según indicaba el Informe "Priority Projects 2010. A detailed analysis":[10]

– La implantación progresiva del Proyecto Prioritario 16 aumentará la eficiencia, efectividad y sostenibilidad de los flujos de mercancías entre la península Ibérica y el resto de Europa.

– Uno de sus tramos fronterizos es sinérgico con la rama ibérica del Proyecto Prioritario 3 de Red Ferroviaria de Alta Velocidad del Suroeste de Europa NºPP03 "*High speed railway axis of southwest Europe*", según la Decisión n° 884/2004/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004.

– Su fortaleza reside en proveer un enlace directo con importantes plataformas logísticas como Plaza en Zaragoza, y con los puertos de Algeciras y Sines, evitando operaciones de carga/descarga y estiba/desestiba.

– A medio y largo plazo se realizarán más mejoras en las secciones existentes para la armonización de las características técnicas que permitan una adecuada interoperabilidad.

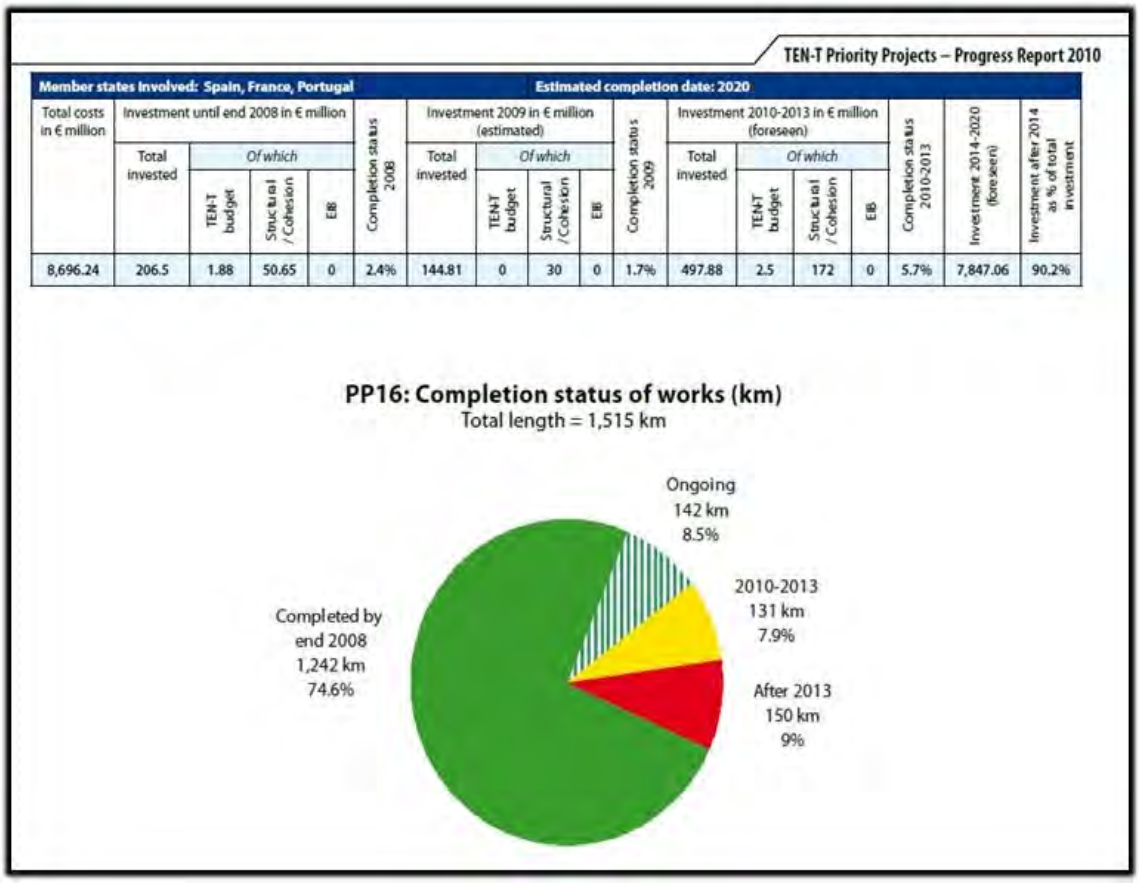
El proceso de planificación, construcción y funcionamiento del corredor ferroviario resultaba muy beneficioso al disminuir los tiempos de transporte de las mercancías, garantizando la calidad de los mismos, haciéndolos más competitivos en el mercado europeo y americano, e influyendo notablemente en el valor del producto. Además se generaba un desarrollo industrial en las regiones afectadas, mediante la creación de empleo para la planificación, construcción y mantenimiento de las infraestructuras. Y las industrias se verían incentivadas por una gran mejora de las comunicaciones para dar entrada y salida a los productos, al aumentar la capacidad de transporte y disminuir su coste.

1.5.1.2.- Ventajas económicas

Según el Informe de la Comisión Europea "***TEN-T Príoríty Projects -Progress Report 2010***", elaborado con la información aportada en abril de 2010 por parte de los Estados Miembro de la UE a la Comisión Europea, y por tanto anterior a la propuesta de la Comisión del 19 de octubre de 2011, **el coste total del Corredor Central "PP16 Freight railway axis Sines-Madrid-Paris" era de 8.696,24 M€,** siendo el menos costoso de los ejes planteados en la Península Ibérica.

[10] Siim Kallas, Comisario de la UE en Transportes

Gráfico 50. Situación y coste de las obras del eje 16



TEN-T Priority Projects – Progress Report 2010

Member states involved: Spain, France, Portugal										Estimated completion date: 2020						
Total costs in € million	Investment until end 2008 in € million				Completion status 2008	Investment 2009 in € million (estimated)				Completion status 2009	Investment 2010-2013 in € million (foreseen)				Completion status 2010-2013	Investment 2014-2020 (foreseen)	Investment after 2014 as % of total investment
	Total invested	Of which				Total invested	Of which				Total invested	Of which					
		TEN-T budget	Structural / Cohesion	EIB			TEN-T budget	Structural / Cohesion	EIB			TEN-T budget	Structural / Cohesion	EIB			
8,696.24	206.5	1.88	50.65	0	2.4%	144.81	0	30	0	1.7%	497.88	2.5	172	0	5.7%	7,847.06	90.2%

Fuente: TENT-Priority Projects-Progress Report 2010

El coste del Eje 8 "*PP08 Multimodal axis Portugal/Spain - rest of Europe*" es, según el citado informe, de 14.653,77 M€. Dicho eje ha pasado a formar parte del denominado "*Atlántic Corridor*" en el **Reglamento 1315/2013 de la Comisión Europea de 11 de diciembre 2013**.

El coste del Corredor Mediterráneo, integrante del denominado Corredor N° 3 "*Mediterranean Corridor*" en el **Reglamento 1315/2013 de la Comisión Europea de 11 de diciembre 2013**, desde Algeciras a la frontera francesa en Port Bou (Girona), es de **51.300 M€**, [11]

[11] "Estudio del Corredor Ferroviario Mediterráneo" realizado por Ineco para el Ministerio de Fomento en marzo de 2011.

Gráfico 51. Situación y coste de las obras del corredor Mediterrneo

Fuente: Ineco. Estudio del Corredor Ferroviario Mediterráneo. Marzo 2011

1.5.1.3.- Ventajas urbanísticas

Los impedimentos urbanísticos y ambientales del trazado del Corredor Central Sines-Badajoz-Madrid son mínimos, al discurrir por terrenos no urbanos ni urbanizables en general, y sin afectar a espacios o núcleos urbanos con alguna figura de protección

Sin embargo, los otros trazados de la Península Ibérica plantean una gran cantidad de situaciones de afección urbanística y medioambiental, como por ejemplo el Corredor Mediterráneo que transcurre por la costa en su totalidad.

1.5.1.4.- Ventajas logísticas

El Corredor Central tiene una gran importancia en el desarrollo de las Redes Transeuropeas de Transporte Ferroviario de Mercancías.

En primer lugar, conecta el puerto de Sines con dicha red. Dicho puerto:

– Es el puerto luso con mayor tráfico de mercancías, el 41% del tráfico marítimo de mercancías de Portugal.

– Sus expectativas de tráfico de mercancías en un futuro próximo son de un importante crecimiento, debido a la puesta en funcionamiento de la ampliación del Canal de Panamá en 2017, que atraerá un gran flujo de mercancías procedentes de Asia.

– Tiene una gran capacidad para transporte marítimo de mercancías, dadas sus favorables condiciones para admitir buques de mercancías de tamaños hasta el Super Post-Panamax, y encontrándose actualmente en obras de ampliación.

– La zona ZAL (Zona de Actividades Logísticas) del Puerto de Sines cuenta con una importante Plataforma Logística en la que se incluyen reservas de espacio para transporte ferroviario de mercancías, con lo cual se conectaría al Eje 16 sin dificultades.

Por otra parte, se fortalecerían las Comunicaciones entre las regiones de Extremadura y la región portuguesa del Alentejo, y posibilitaría el desarrollo industrial de ambas regiones favoreciendo una mejor logística para el tráfico de mercancías, tanto a nivel regional como en su salida a Europa y resto del mundo.

En relación **al tramo Elvas- Évora y la Estación Fronteriza de Caya- Badajoz**, adquiere una gran importancia al ser una sección fronteriza, consideradas prioritarias por la red TEN-T y con la posibilidad de una elevada financiación europea (hasta un 40%).

Del mismo modo, se potenciaría la **Plataforma Logística de Badajoz,** que necesita de una buena comunicación ferroviaria para atraer la instalación de empresas que puedan dar salida a sus mercancías de una forma eficiente.

Dicha plataforma logística se encuentra junto a la frontera Hispano-Portuguesa de Caya, situada junto a la estación proyectada de Badajoz. Es una inversión realizada con fondos europeos, cuya finalidad está necesariamente ligada a la existencia del eje de mercancías ferroviario del Eje 16. Existe la posibilidad de explotarla como Puerto Seco del Puerto de Sines.

El proyecto está autorizado y en noviembre de 2014 se han adjudicado las obras de una primera fase de unas 60 ha.

Se dispone en Zaragoza de la Plataforma Logística "*Plaza*", en servicio desde abril de 2008, con capacidad suficiente para acoger el tráfico de mercancías previsto, teniendo una superficie de unos 13 millones de m^2 (1.300 Ha) , y que servirá para enlazar con la red europea ferroviaria a partir de Francia:

– inicialmente con el paso fronterizo de PortBou en la frontera con Francia,

– mediante el paso de la Travesía Central Pirenaica, cuando se ejecute, que se iniciará por Huesca, ciudad que cuenta también con Plataforma Logística con reserva de suelo para equipamiento ferroviario y hasta donde existe línea ferroviaria de ancho internacional.

La terminal marítima de Zaragoza, a iniciativa conjunta de la Autoridad Portuaria de Barcelona y de Mercazaragoza, está operativa mediante una circulación que en 2009 ya era de 14 a 16 trenes semanales, dando servicio a las Navieras Maersk y MSC.

Se espera que la intermodalidad que traerá aparejada entre transporte por ferrocarril y transporte por carretera, logre el asentamiento de grandes firmas. El ejemplo a seguir es Zaragoza, cuya plataforma logística Plaza ha conseguido asentar a 350 empresas en sólo diez años y crear del orden de los 9.000 empleos directos. En Aragón la logística se ha convertido en el principal valedor, por encima incluso de la General Motors que dispone de 8.000 trabajadores.

Es cierto que Plaza cuenta con una situación inmejorable, en el triángulo compuesto por Madrid-Barcelona y Bilbao, pero la Plataforma Logística de Badajoz también dispone de una buena localización, en el centro del triángulo formado por Madrid-Sevilla y Lisboa, lo que permite presumirle un futuro prometedor.

1.5.1.5.- Ventajas medioambientales

El ahorro en combustible debido a la disminución del tráfico de camiones de mercancías será muy significativo, pues actualmente el 85% de las mercancías que pasan por la frontera hispano-lusa utilizan el modo Carretera por la escasa capacidad del modo Ferroviario.

Este ahorro de combustible implicaría:

– Disminución del coste económico del transporte, debido al menor coste unitario del transporte de mercancías ferroviario respecto de la Carretera.

– Disminución del coste social por la descongestión de las carreteras.

– Disminución del coste ambiental por la disminución de las emisiones de CO_2

Según expone el estudio "*Análisis de los escenarios de emisiones derivados de la explotación de la Travesía central de los Pirineos*"[12], la disminución de emisiones de CO_2 implicaría:

– Acercamiento al cumplimiento del Protocolo de Kyoto.

– Ahorro económico debido a la disminución de la necesidad de medidas destinadas a ahorrar emisiones de CO_2 impuestas por dicho Protocolo, cuyo incumplimiento fuerza a comprar Derechos de Emisión, de los cuales se ahorrarían unos 22,2 millones de euros anuales.

El suministro de energía para el ferrocarril será por medio de energía eléctrica, que sustituirá a la antigua infraestructura ferroviaria sin electrificar. De este modo no se utilizará combustible fósil para el material móvil, siendo viable el abastecimiento de energía eléctrica mediante las nuevas plantas fotovoltaicas ubicadas en la región de Extremadura.

Una de ellas es la más grande de Europa, situada entre las localidades de Mérida y Don Alvaro, produce 35 MW lo que ahorra la emisión de 17.600 toneladas de CO_2 a la atmósfera.

1.5.2.- Canal de Panamá

La ampliación del Canal de Panamá, de finalización prevista en 2017, aumentará el tráfico de grandes buques de mercancías por dicho canal, con lo que la ruta de entrada-salida por la península ibérica ganará mucho volumen de mercancías, sobre todo de los grandes puertos asiáticos. Ello afectará a los puertos de Sines y Algeciras principalmente, y también a los puertos de Lisboa y Setúbal, próximos a Sines.

El Canal de Panamá es una de las más importantes obras de ingeniería del mundo, no sólo por su impresionante longitud, de más de 80 kilómetros, sino por el impacto que ha tenido sobre el mercado marítimo mundial desde su creación a comienzos del siglo XX. Gracias a él, los buques no tienen que rodear el continente americano para pasar del océano Pacífico al océano Atlántico y viceversa, sino que pueden atravesarlo acortando notablemente los tiempos de viaje.

La ampliación de esta infraestructura, actualmente en ejecución por parte de la constructora española Sacyr Vallehermoso, y cifrado en 2.243 millones de euros, va a favorecer un nuevo juego de exclusas para que los megabuques bautizados ya como *"Post-Panamax"* puedan atravesarlo con 18.000 contenedores a bordo. Actualmente, los buques que cruzan el canal portan del orden de los 5.000 contenedores. Este hecho va a cambiar radicalmente el panorama de transporte mundial, no sólo porque cruzar este canal va suponer la opción más ecológica frente a las rutas de Cabo de Hornos (en el Sur de Chile), de Buena Esperanza (en el Sur de África) y del Canal de Suez (en Egipto), sino por la reducción de costes que lleva aparejado, entre un 7 y un 17% por contenedor.

[12] Institut Cerda para el Gobierno de Aragón. Noviembre de 2009

Gráfico 52. Programa de ampliación del Canal de Panamá

Fuente: Adriano Espino. Autoridad del Canal de Panamá

Se calcula que el tráfico marítimo que atraviesa el canal, que actualmente alcanza los 280 millones de toneladas y las 14.000 naves anuales, se duplique.

La apertura del nuevo canal va a volver a situar a la Península Ibérica en el panorama del transporte marítimo mundial. Y es que junto a los grandes buques que podrán atravesarlo se suma un factor determinante: **la saturación del Canal de Suez y de los puertos del Norte y Centro de Europa.**

Las mercancías fabricadas en China, de donde vendrá en un futuro no muy lejano hasta el 80% de los productos consumidos en Europa, van a empezar a utilizar como ruta habitual para llegar al continente europeo el océano Pacífico y el océano Atlántico atravesando el Canal de Panamá.

El puerto más accesible, que permite además atracar a grandes buques dadas sus aguas profundas, es Sines, destino que, por otra parte, no está saturado y, en consecuencia, cuenta con un tiempo de desembarque de contenedores de uno o dos días. Roterdam, por ejemplo, necesita hasta 5 o 6 días para la misma labor.

1.5.3.- El puerto de Sines

El puerto de Sines busca el objetivo de servir de entrada a las mercancías en la Península Ibérica y, de paso, el resto de Europa. Para ello, llegó a un acuerdo con la Plataforma Logística de Badajoz y también de Zaragoza a fin de solicitar conjuntamente a la Unión Europea la puesta en marcha del Eje 16 de mercancías ferroviarias.

La mayor parte del trazado está hecho a excepción del tramo Évora-Badajoz, que habría que ejecutar. Hay mercancías que no requieren de gran velocidad, precisan sólo los 40 kms/hora, y, además, hay una cuestión fundamental y es que la línea esté libre de otros trenes para circular con normalidad.

El puerto de Sines dispone de su propia plataforma logística, de 30 hectáreas portuarias y otras 215 extraportuarias, lo que permite una alta capacidad de carga, pero además pretende relacionarse con la Plataforma Logística de Pogeirao, situada entre Setúbal y Lisboa, y las de Badajoz y Zaragoza. Con este frente, su disposición permitirá a las distintas firmas de distribución mundial tener las armas necesarias para operar en la Península Ibérica y, por extensión, en el resto de Europa.

El puerto de Sines tiene una serie de características que lo distinguen del resto de puertos comerciales de Portugal:

– Es el puerto luso con mayor tráfico de mercancías, el 41% del tráfico marítimo de mercancías de Portugal;

– Tiene una gran capacidad para transporte marítimo de mercancías, dadas sus favorables condiciones para admitir buques de mercancías de tamaños hasta el Super Post-Panamax, y encontrándose actualmente en obras de ampliación;

– La zona ZAL (Zona de Actividades Logísticas) del Puerto de Sines cuenta con una importante Plataforma Logística en la que se incluye reservas de espacio para transporte ferroviario de mercancías, con lo cual se conectaría al Eje 16 sin dificultades.

Gráfico 53. Características de la terminal XXI de contenedores del Puerto de Sines

Fuente: Joao franco. Gerente de la Administración Portuaria de Sines

El Puerto de Sines, es un puerto actualmente en ampliación junto con una plataforma logística, y será principal entrada en el futuro, de mercancías a la península desde Asia y América, debido a sus condiciones naturales, es uno de los puertos más importantes en la fachada atlántica. Hoy es la principal entrada para el abastecimiento energético de Portugal, pero además se está posicionando como un puerto de referencia en el transporte de mercancías y contenedores, llegando a mover 27 millones de toneladas y duplicando en 2010 sus movimientos de contenedores. La terminal de contenedores (T XXI) inició sus actividades en 2004. Da cabida a los navios de mayor tamaño (Post-Panamax y Super Post-Panamax), y actualmente tiene una capacidad de 1.700.000 TEUs por año.

La Autoridad de Portuaria de Sines y PSA Sines Terminal XXI acaban de firmar en junio de 2014 un acuerdo para ampliar la terminal de contenedores. Con este acuerdo, que tiene como objetivo el desarrollar el plan estratégico del puerto de Sines, se ampliará la capacidad de la Terminal XXI, pasando de los 1,7 millones de TEUs actuales, hasta los 2,7 millones y se podrán atender a la vez a tres buques de 18.000 TEUs cada uno.

En Sines se está gestionando por la Agencia Portuguesa para la inversión y el comercio exterior una ZIL (Zona de Industria Ligera) de 2.000 hectáreas.

En el puerto de Sines existe una terminal de gas con 23 ha, que se encarga del 50% del abastecimiento total del país.

Repsol está en Sines, siendo la mayor empresa petroquímica de Portugal, con una inversión en la última ampliación (que se inició en 2008) de más de 1.000 millones de euros.

Los puertos de Lisboa y Setúbal-Sesimbra están situados muy próximos al de Sines y son también de los 5 principales puertos comerciales del país luso. Su conexión a la red ferroviaria de gran capacidad tendría un coste pequeño.

Entre los puertos de Sines, Lisboa y Setúbal-Sesimbra abarcan aproximadamente el 75% del tráfico portuario de mercancías portugués.

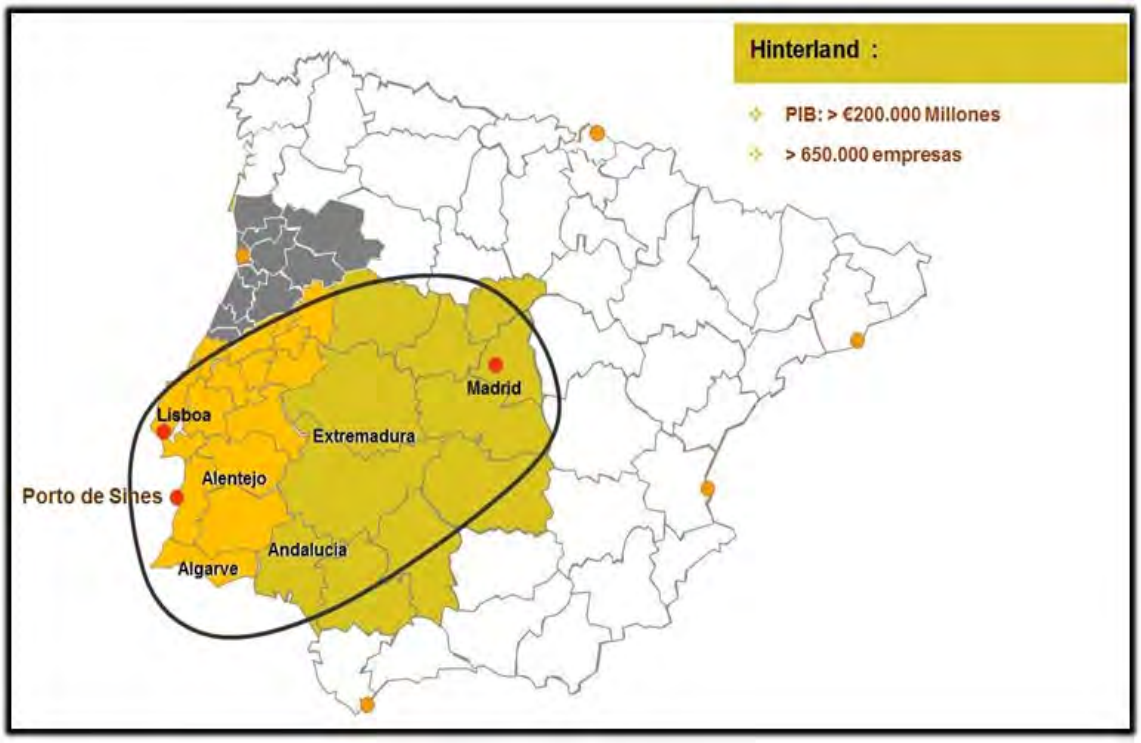
La zona de influencia o Hinterland de los puertos portugueses de Sines, Setúbal y Lisboa comprende la mayor parte de Portugal.

Durante el primer trimestre de 2014, los puertos portugueses movieron 18,6 millones de toneladas, que supone un incremento del 5,2% con respecto al mismo periodo de 2013. El movimiento de mercancías en los puertos de Aveiro (+24,2%), Setúbal (+23,5%), Lisboa (+5,7%) y Sines (+4,6%) han sido cruciales para el aumento global.

En concreto, el movimiento de mercancías entre puertos nacionales ha mostrado un incremento del 7,3%, contabilizando 2,9 millones de toneladas. Los dos puertos más importantes en términos de tráfico nacional, Sines, con un peso del 34,7%, y Leixões, cuya contribución es del 24,3%, han registrado incrementos de 22,4% y 5,8% respectivamente.

Por lo que respecta al tráfico internacional de mercancías, se han alcanzado los 15,7 millones de toneladas, que suponen el 84,3% de la facturación total. Con ello, el aumento es del 4,8% en comparación con el mismo periodo de 2013, aunque la variación intertrimestral es del 21,1%. Han crecido en este tráfico, sobre todo, los puertos de Setúbal y Aveiro, con un 27,8% y un 15,6% respectivamente.

Gráfico 54. Hinterland natural del Puerto de Sines



Fuente: Joao franco. Gerente de la Administración Portuaria de Sines

De esta forma, el número de buques que han realizado una escala en los puertos portugueses ha crecido un 2,0%, que, en comparación con el primer cuatrimestre de 2013, el incremento ha sido de 12,1%. En total, se contabilizaron 3.160 buques, de los que 2.934 eran de carga y 226 de pasajeros. Los puertos que han recibido mayores aumentos son los de Setúbal (+16,3%) y Sines (+16,2%). Sin embargo, en los puertos de Figueira da Foz, Praia da Vitória, Caniçal y Leixões el número de embarcaciones se ha reducido.

Por otro lado, el tonelaje bruto de los buques ha sido de 46,5 millones, un 5,7% más en comparación con el primer trimestre de 2014, mientras que la variación en comparación con el cuarto trimestre de 2014 ha sido de 12,2%, destacando las aportaciones de los puertos de Sines (+21, 8%) y Aveiro (+33,4%).

1.5.4.- Plataforma logística del Suroeste Europeo (Badajoz)

La Plataforma Logística de Badajoz nace ahora tras la aprobación de su PIR (Proyecto de Interés Regional) por parte de la Junta de Extremadura. Dispone de 512 hectáreas, pero de momento se van a urbanizar 60 junto a la frontera de Caya.

Rodeada por la línea férrea que llega desde Sines y el futuro corredor de altas prestaciones que se está construyendo desde Lisboa, podrá atraer a decenas de empresas interesadas en el mercado ibérico y europeo.

Gráfico 55. Plataforma Logística de Badajoz. Usos de Suelo

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.5.5.- Desarrollo del Corredor Central

Como se ha descrito anteriormente, **Los Reglamentos 1315/2013 y 1316/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2013**, reducen a 9 el número de corredores prioritarios de la Red Transeuropea de Transportes.

En dichos Reglamentos, el Eje 16 desaparece como eje Prioritario, disgregándose en tramos bien asignados a otros ejes prioritarios, bien asignados a la red Global de ejecución posterior a 2020.

En concreto, los tramos del Eje 16 quedan del siguiente modo:

– Tramo Sines-Elvas / Badajoz: se incluye en el Proyecto Prioritario N°7 "**Atlantic Corredor**"

– Tramo Badajoz-Puertollano-Manzanares (**Cofemanex**): se degradaba a la Red Global (finalización prevista en 2050).

– Tramo Badajoz-Madrid: tramo de alta velocidad mixto que se incluye en el Corredor Atlántico para comunicar Badajoz con Madrid como alternativa al trazado eliminado que pasa por Puertollano.

– Tramo Madrid-Zaragoza: incluido en el Proyecto Prioritario N°3 "*Mediterranean Corridor*"

– Tramo Zaragoza-Huesca-Travesía Central Pirenaica: se degrada a la Red Secundaria.

– Tramo Algeciras-Madrid: se incluye en el Proyecto Prioritario N° 3 "*Mediterranean Corridor"*

1.5.5.1.- Uso de la Plataforma de la Linea de Alta Velocidad para el ferrocarril de Altas Prestaciones Badajoz-Madrid

Se plantea la utilización provisional de la línea del AVE de la línea Madrid-Badajoz, ya en proyecto y/o ejecución, diseñada para tráfico mixto, debido a que podría estar en servicio para finales de 2015. Los motivos de esta iniciativa son los siguientes:

– La línea Badajoz-Madrid está ya en avanzado estado de planeamiento y ejecución.

– El Gobierno de Portugal ha reiterado en las últimas fechas su priorización del trazado de FFCC de mercancías entre Sines y Badajoz, el cual consideran más rentable para Portugal.

– No habría problemas de saturación de la línea debido al tráfico de viajeros, pues el tramo de AVE Badajoz-Lisboa tendrá un previsible retraso temporal en su ejecución, como ha anunciado el gobierno portugués, por lo que el tráfico de viajeros previsto para los próximos años (Madrid-Badajoz) es pequeño.

– El coste de inversión sería muy inferior a los 8.000 millones de euros previstos inicialmente para el tramo ibérico del eje 16, pues sólo sería necesario, en el tramo español, pequeñas modificaciones y adaptaciones para el tráfico de mercancías.

– De esta forma se acogería de forma inmediata la demanda internacional de tráfico de mercancías que llegará por los puertos de la fachada atlántica de la Península Ibérica.

La construcción de la rama planificada inicialmente del **Eje 16 entre Mérida y Madrid, pasando por Puertollano y Manzanares (Cofemanex),** se abarca en una fase posterior, dentro de la Red Global, por las siguientes razones:

– Resultará necesaria para no saturar la capacidad de infraestructura de la línea del ferrocarril Madrid-Lisboa, dado el previsible ritmo elevado de incremento de tráfico de mercancías a partir de 2019, que probablemente saturará las infraestructuras y los pasos actuales por los Pirineos.

– Se ha suspendido la ejecución del AVE Badajoz-Lisboa, sustituido por una línea ferroviaria electrificada de velocidad alta para tráfico de mercancías.

El trazado aprobado por el Reglamento 1315/2013 de la Comisión de la UE del 11 de diciembre de 2013, coincide con el Eje 16 en su tramo Sines- Badajoz - Mérida, pero desde Mérida a Madrid se aprovechará el trazado en construcción de la Línea de Altas Prestaciones de tráfico mixto Madrid-Badajoz.

Las características técnicas de la linea de Madrid-Badajoz, en relación al Tráfico Ferroviario de Mercancías, son:

– La línea está diseñada con doble vía electrificada para tráfico mixto, por lo que no necesitaría modificaciones de su geometría para adaptarla al tráfico de mercancías.

– La rampa máxima es del 17,5 % apta para tráfico de Mercancías

– El tráfico esperado para la línea es menor que el que soportan las restantes líneas de AVE en explotación, por lo que habría Capacidad de Infraestructura suficiente para los tráficos de mercancías

– Se han proyectado PAET (Puesto de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes) entre estaciones, aproximadamente cada 50 km, con una longitud máxima de tren de unos 750 m. Si fuese necesario disponer más PAETs y/o más largos, el coste sería pequeño y la obra sencilla, al no necesitar cortar el tráfico

– El Tramo Madrid-Atocha - Pantoja ya está en servicio, aunque con un tráfico de viajeros muy intenso, al confluir en él las Líneas Madrid – Sevilla y Madrid - Málaga

– El Túnel de Alta Velocidad Madrid-Atocha - Madrid-Chamartín, de 7,4 km, está en ejecución. Permitirá el paso directo por Madrid de los trenes sin cambiar de máquina.

Las obras de plataforma de alta velocidad, entre Plasencia y Mérida, y las mejoras en la vía convencional entre Madrid y Navalmoral de la Mata, así como entre Aljucén y Mérida, aportarán una mejora de calidad significativa para los ciudadanos en sus desplazamientos por ferrocarril a través de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

Los tiempos de viaje se verán reducidos significativamente gracias a la puesta en valor de las infraestructuras de alta velocidad ya ejecutadas y a las inversiones en red convencional.

Los tramos de alta velocidad que entren en servicio se conectarán con la línea convencional y por ellos circularán trenes diesel a velocidades de hasta 200 km/h.

No sólo el tráfico de viajeros se beneficiará de la nueva línea. Su carácter de tráfico mixto permitirá a los trenes de mercancías circular por la misma aprovechando sus excedentes de capacidad y se conseguirá de esta manera un reequilibrio en la distribución modal de los transportes, reduciéndose sobre todo la cuota del transporte por carretera.

El alto esfuerzo inversor que requiere posibilita creación de empleo y desarrollo económico, tecnológico y regional.

1.5.5.2.- Tramo Plasencia - Cáceres - Badajoz - Frontera Portuguesa

En el límite de las Comunidades Autónomas de Castilla La Mancha y Extremadura se inicia la parte del proyecto cuya construcción fue encomendada a Adif.

Desde Plasencia, la línea gira al sur, dirección Cáceres y Mérida, manteniendo una orientación sensiblemente paralela a la Autovía de la Plata A-66 o al trazado de la línea actual del ferrocarril Madrid – Valencia de Alcántara.

Gráfico 56. Esquema de la linea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura-Frontera Portuguesa

Fuente: ADIF

Antes de llegar a Cáceres se están construyendo dos de las estructuras más importantes de toda la línea: los viaductos que cruzan los ríos Tajo y Almonte, en el embalse de Alcántara. La anchura de los obstáculos a salvar, la inviabilidad de disponer pilares en el cauce y la necesidad de respetar la declaración de impacto ambiental, ha

condicionado en ambos un diseño de tipología “arco de hormigón”, con unas luces principales de 324 y 384 metros, respectivamente.

Los 384 metros sin apoyos intermedios del vano central del viaducto del río Almonte lo convertirán en el puente de arco ferroviario de mayor luz del mundo. El proceso constructivo elegido para erigir ambos puentes es similar al ejecutado con éxito en el viaducto de Contreras, de la línea de Levante.

El reto de construir este tipo viaductos confirma el alto nivel de la ingeniería española en la construcción de infraestructuras.

Fotografía 37. Ejecución de uno de los arcos del puente sobre el río Almonte

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Para optimizar la funcionalidad del corredor, la solución en Mérida se configura mediante una línea directa a Badajoz y un by-pass pasante por la estación actual, de forma similar al diseño de la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera de Francia a su paso por las ciudades de Zaragoza y Barcelona.

Los trazados elegidos son aquellos que más respetan el entorno, como es el caso de la variante de 42 km a construir para salvar el espacio protegido de «*ZEPA de Monfragüe y Dehesas del entorno*”, perteneciente a la Red Natura 2000. También se han respetado las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) de Torrijos, embalse de Castrejón, Rosarito, Navalcán y Valdecañas, así como las llanuras de Oropesa, lagartera y Calera y Chozas. Igualmente han quedado protegidos los LIC de la Sierra de San Vicente y Barrancas de Talavera.

Todas estas actuaciones se están coordinando con el Gobierno de Extremadura en el marco de la Comisión Mixta de Seguimiento y Control Ambiental de las Obras y los Proyectos de Alta Velocidad en Extremadura.

En el diseño de los viaductos del Tajo y Almonte se ha introducido una nueva pantalla de protección de aves, una solución innovadora en una zona de gran interés faunístico. El prototipo consiste en una barrera compuesta por perfiles tubulares verticales de acero. Este tipo de pantallas reduce, en relación a otros sistemas, la carga de viento sobre la estructura, permitiendo así un ahorro económico en el diseño de algunos elementos de la misma. Por otro lado, mejora la estética e integración del viaducto en el entorno.

Fotografía 38 Simulación virtual del puente arco sobre el río Almonte

Fuente: Adif

1.5.6.- Situación actual de las infraestructuras del Corredor Central

1.5.6.1.- Tramo portugués. Sines-Badajoz/Elvas

La ruta ferroviaria Sines - Elvas (frontera), de importancia estratégica para Portugal, tiene como objetivo establecer un enlace ferroviario para el transporte de mercancías entre el puerto de Sines y España, y de allí al resto de Europa, contribuyendo así a mejorar la capacidad del Puerto de Sines (Sines y arco - Setúbal) y su competitividad internacional mediante la extensión de su área de influencia en la Península Ibérica.

Con la puesta en servicio de estas obras, la distancia entre el puerto de Sines y la frontera en Elvas se reduce 137 km (de 452 km a 315 km) disminuyendo también considerablemente los tiempos de recorrido y mejorando así las condiciones de los servicios ferroviarios y la competitividad de los puertos de Sines, Setúbal y Lisboa.

El proyecto fue acordado en la décimo novena Cumbre Luso - Española, en Figueira da Foz, en 2003, y reafirmado en las cumbres posteriores, y es parte del proyecto prioritario 16 "**Ferrocarril de mercancías Sines / Algeciras - Madrid – Paris**" de la Red Transeuropea de Transporte.

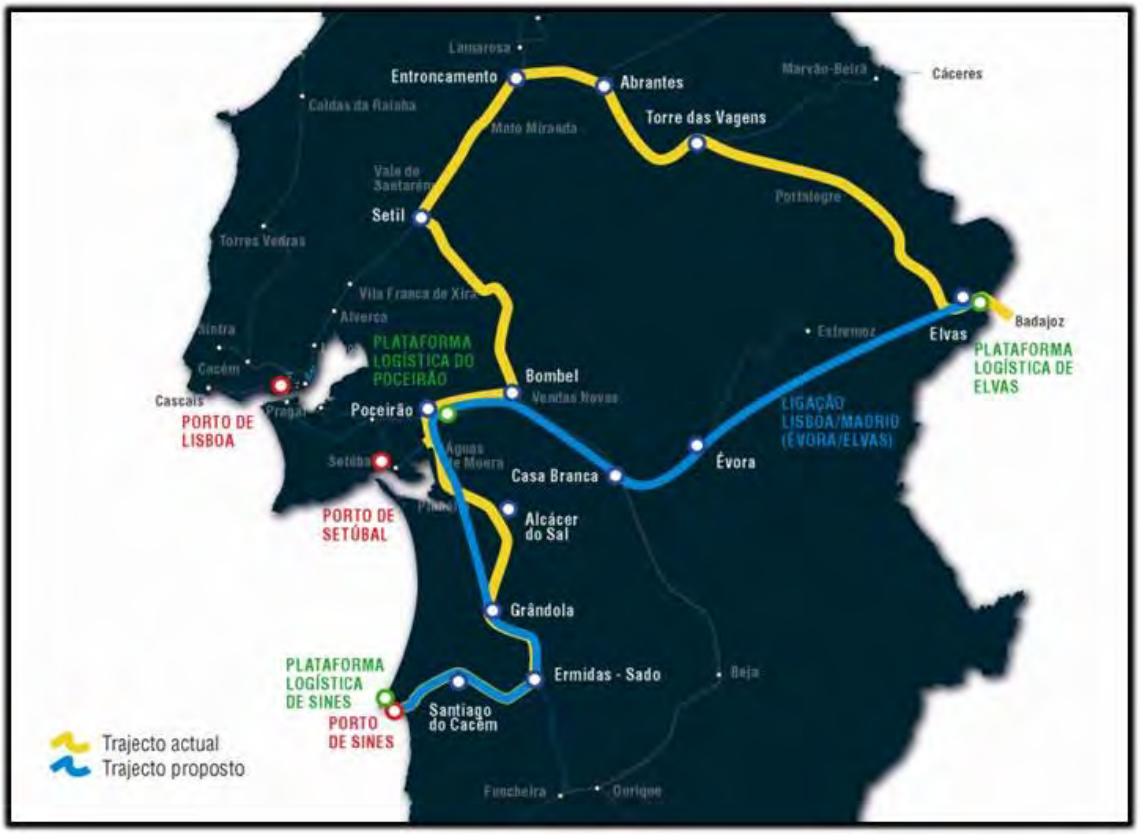
Los estudios y proyectos en este tramo fueron cofinanciados por la Unión Europea a través de la Red de Transporte (RTE -T), en el marco del programa anual de 2006 a través de la aplicación ES -2006- S - 91201 "**Conectar Sines-Elvas/Frontera Ferrocarril - Estudios (1ª fase)** ", con una financiación del 48,19 %.

En este contexto, se prevé crear las condiciones necesarias para garantizar la interoperabilidad, con la implantación de la señalización con ERTMS, la electrificación de la vía y el uso de traviesas polivalentes.

Para el tramo de tren entre el puerto de Sines y Caia, que se prevé estar listo en el 2020, se dedicarán en torno a los 1.000 millones de euros en varias mejoras y en la construcción de líneas entre Sines y Grándola Norte, y Evora y Caia con paso por Elvas, junto a la frontera española con Badajoz. Se prevé además que este corredor,

consagrado a mercancías y a pasajeros, sea compatible con el ancho de vía de España y pueda soportar trenes con hasta 750 metros de longitud.

Gráfico 57. Red ferroviaria portuguesa actual y proyectada



Fuente: REFER

Las intervenciones referidas al enlace ferroviario Sines / Elvas incluyen:

– La modernización de la Estação da Raquete en la línea de los Sines. Finalización 2011.

– Construcción de una nueva estación en la Línea Sur entre Canal Caveira e Lousal. Finalización 2012.

– Construcción de la variante de Alcácer de la Línea Sur entre Grândola e Pinheiro. Finalización 2011.

– La renovación completa de la vía Casa Branca/Évora en la línea de Évora. Finalización 2007.

– Modernización de la sección Bombel/Casa Branca/Évora de las líneas de Alentejo y de Évora. Finalización 2011.

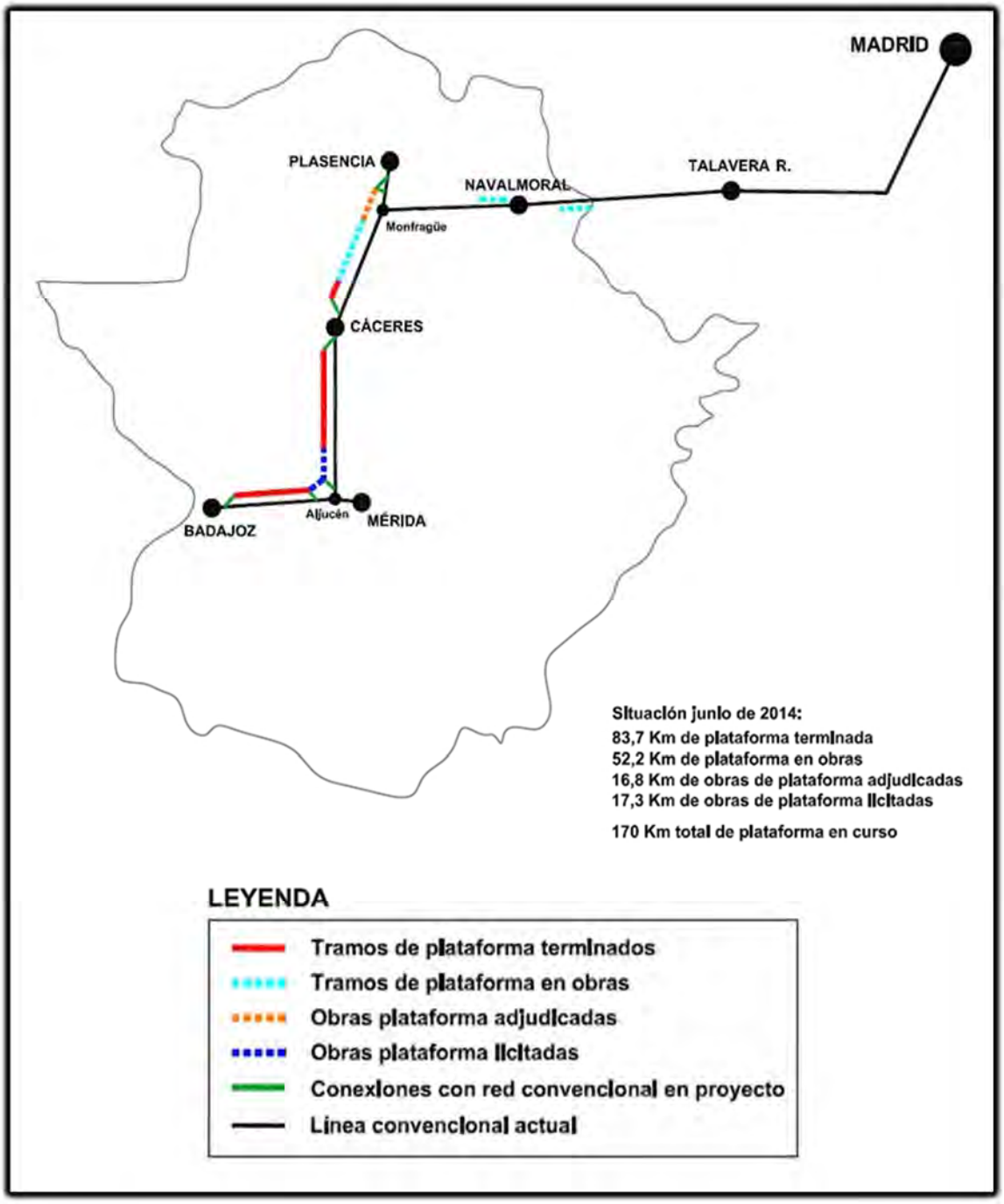
– La modernización de la estación de Évora en la Línea de Évora. Finalización 2011.

– La construcción de la nueva línea entre Évora y Elvas - Caia. Finalización antes de 2020.

1.5.6.2.- Tramo Badajoz - Madrid coincidente con trazado del AVE

El Ministerio de Fomento y el Gobierno de Extremadura, han decidido poner en marcha en la región antes del 31 de diciembre del 2015 un **Tren de Altas Prestaciones (TAP)** a fin de contar lo más pronto posible con un transporte ferroviario competitivo.

Gráfico 58. Situación a junio de 2014 de las obras de la línea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura-Frontera Portuguesa



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

El acuerdo alcanzado, consistente en acelerar las obras para incorporar en la plataforma del AVE una vía de ancho ibérico por la que pueda discurrir un TAP, un tren diésel que alcance una velocidad en torno a los 200 kilómetros por hora.

De esta forma, los tiempos de recorrido de Badajoz a Madrid, que en la actualidad son de 5 horas dado el mal trazado de la vía convencional, se reducirán ostensiblemente hasta las 3 horas y media; de Cáceres a Madrid hasta 2 horas y 39 minutos; y de Mérida a Madrid a las 3 horas y cuarto.

Tabla 10. Longitudes, anchos de vía y electrificación de los distintos tramos del Corredor Central

TRAMO	LONGITUD (km)	ANCHO VÍA	ELECTRIFICADA	VÍA ÚNICA / DOBLE
SINES - SANTIAGO DO CACEM	22	IBÉRICO	SÍ	ÚNICA
SANTIAGO DO CACEM - ERMIDAS - SADO	30	IBÉRICO	SÍ	ÚNICA
ERMIDAS - SADO - GRÂNDOLA	28	IBÉRICO	SÍ	ÚNICA
GRÂNDOLA - PINHEIRO	32	IBÉRICO	SÍ	ÚNICA
PINHEIRO - POÇEIRAO	32	IBÉRICO	SÍ	
POÇEIRAO - BOMBEL(VENDAS NOVAS)	25	IBÉRICO	SÍ	ÚNICA
BOMBEL(VENDAS NOVAS) - CASA BRANCA	40	IBÉRICO	SÍ	ÚNICA
CASA BRANCA - ÉVORA	26	IBÉRICO	SÍ	ÚNICA
ÉVORA - ELVAS	92	IBÉRICO	SÍ	ÚNICA
ELVAS - FRONTERA CAIA		IBÉRICO	SÍ	ÚNICA
FRONTERA CAIA - BADAJOZ		IBÉRICO	NO	ÚNICA
BADAJOZ - ALJUCÉN	53	IBÉRICO	NO	ÚNICA
ALJUCÉN - MÉRIDA	6	IBÉRICO	NO	ÚNICA
MÉRIDA - ALMORCHÓN	121	IBÉRICO	NO	ÚNICA
ALMORCHÓN - PUERTOLLANO	118	IBÉRICO	NO	ÚNICA
PUERTOLLANO - CIUDAD REAL	39	UIC	25 KV / 50 HZ	DOBLE
CIUDAD REAL - MANZANARES	64	IBÉRICO	3 KV	ÚNICA
MANZANARES - ALCÁZAR DE SAN JUAN	49	IBÉRICO	3 KV	DOBLE
ALCÁZAR SAN JUAN - MADRID-ATOCHA	99	IBÉRICO	3 KV	DOBLE

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

El compromiso, alcanzado en mayo del año 2013, ha supuesto sacar a concurso y adjudicar los tramos que faltaban entre Badajoz y Plasencia por parte del Ministerio de Fomento y urgir la finalización del resto ya en ejecución.

Los 15 tramos existentes entre ambas ciudades, que alcanzan los 164 kilómetros, se puede decir que están ya al 65% de ejecución[13], pues hay algunos recientemente adjudicados y, en consecuencia, sin empezar y otros que, por el contrario, ya han finalizado y están a la espera de la colocación de carriles y traviesas.

Los tres primeros tramos resultan los más atrasados: el de la Estación de Plasencia, de 3,98 kilómetros; el tramo comprendido entre la estación placentina y Arroyo de la Charca, de 6,42 kilómetros; y el siguiente de Arroyo de la Charca a Grimaldo, de 6,41 kilómetros. Todos ellos están recientemente adjudicados y en breve darán comienzo.

El cuarto tramo, el de Grimaldo a Casas de Millán, de 6,60 kilómetros y que incluye el túnel de Santa Marina de 3.595 metros, se halla al 79,3% de ejecución. El siguiente, de Casas de Millán a Cañaveral, de 6,60 kilómetros, está al 88,3%. Y el sexto, desde Cañaveral al embalse de Alcántara, de 6,50 kilómetros y que contempla el viaducto del Tajo, de 1.488 metros, está al 56%.

[13] Adif

Fotografía 39. Túnel de Santa Marina en Grimaldo. (Cáceres)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

El tramo siguiente hasta Garrovillas, el cual también suma un segundo viaducto, en este caso sobre el río Almonte, está al 69,3%. El de Garrovillas a Casar de Cáceres, de 7,20 kilómetros, se halla al 90,9%, mientras que desde Casar de Cáceres a Cáceres (de 7,10 kilómetros) ha finalizado. La salida de la capital cacereña hasta Aldea del Cano, de 23,5 kilómetros, se encuentra terminada; al igual que el tramo comprendido entre Aldea del Cano y Mérida, de 17 kilómetros. Más al sur, vienen dos tramos de 8,70 y 10,90 kilómetros y que llegan hasta Arroyo de la Albuera, que están licitados y adjudicados. Por último, los tramos hasta Montijo y Badajoz, de 16 kilómetros y 20,20 kilómetros respectivamente, están finalizados.

1.5.6.3.- Tramo Algeciras - Madrid

- Acceso a Algeciras. Se encuentra en fase de Estudio Informativo. El desdoblamiento de vía tiene complicaciones medioambientales.
- Algeciras – Ronda. Nueva vía doble con tercer carril para ancho mixto con traviesas polivalentes. Los proyectosestán acabados. Está iniciada la fase de Ejecución en tramos de Ronda - Cortes - San Pablo.
- Ronda - Antequera/Bobadilla. 70 km, doble vía de tráfico mixto. Se encuentra en fase de Estudio Informativo.
- Antequera - Córdoba - Linares - Alcázar de San Juan – Madrid. Línea existente en servicio

Tabla 11. Longitudes, anchos de vía y electrificación del tramo Algeciras-Manzanares

TRAMO	LONGITUD (km)	ANCHO VÍA	ELECTRIFICADA	VÍA ÚNICA / DOBLE
ALGECIRAS - ANTEQUERA	176	IBÉRICO	NO	ÚNICA
ANTEQUERA - CÓRDOBA	96	UIC	25 KV / 50 HZ	DOBLE
CÓRDOBA - LINARES-BAEZA	127	IBÉRICO	3 KV	ÚNICA
LINARES-BAEZA - STA.CRUZ DE MUDELA	67	IBÉRICO	3 KV	ÚNICA
STA.CRUZ DE MUDELA - MANZANARES	42	IBÉRICO	3 KV	DOBLE

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

1.5.6.4.- Tramo Madrid - Travesía Central Pirenaica

Se encuentra en estudio. La ejecución de las obras han sido relegadas a la red secundaria y por tanto se posponen para después de 2020.

Tabla 12. Longitudes, anchos de vía y electrificación del tramo Madrid-Frontera francesa

TRAMO	LONGITUD (km)	ANCHO VÍA	ELECTRIFICADA	VÍA ÚNICA / DOBLE
MADRID-ATOCHA - MADRID-CHAMARTÍN	7,3	UIC	25 KV / 50 HZ	DOBLE
MADRID-CHAMARTÍN - ZARAGOZA	243	UIC e IBÉRICO	25 KV/50 HZ y 3KV	2 DOBLES
ZARAGOZA - TARDIENTA	57	UIC	25 KV / 50 HZ	DOBLE
TARDIENTA - HUESCA	22	UIC / IBÉRICO	25 KV / 50 HZ	ÚNICA
HUESCA - INICIO TÚNEL TRANSPIRENAICO	115	UIC	25 KV / 50 HZ	ÚNICA
INICIO TÚNEL TRANSPIRENAICO - FRONTERA	20,9	UIC	25 KV / 50 HZ	DOBLE
FRONTERA - FIN TÚNEL TRANSPIRENAICO	20,8	UIC	25 KV / 50 HZ	DOBLE

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Fotografía 40. Arranque de uno de los arcos del puente sobre el río Almonte

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

1.5.7.- Nuevo modelo de desarrollo de la línea de Alta Velocidad de Extremadura

En la coyuntura económica actual, caracterizada por un proceso de consolidación presupuestaria, es necesario plantear un nuevo enfoque de desarrollo de la Red Ferroviaria, que partiendo de la realidad de las actuaciones en ejecución y con alto grado de compromiso, diseñe un escenario de intervención a corto y medio plazo que mejore sustancialmente las condiciones de movilidad, en un marco de asignación eficiente de los recursos disponibles.

De esta forma se realiza un replanteamiento de la estrategia de desarrollo de la Red, que desde los principios de austeridad presupuestaria y eficiencia en la mejora de la movilidad, incorpore las actuaciones en ejecución.[14]

Gráfico 59. Esquema de la línea de Alta Velocidad Madrid-Lisboa

Fuente: Adif

Esta nueva estrategia se plantea en el marco de planificación definido en el PITVI (2012-2024) para un horizonte intermedio, de tal manera que de las inversiones que se planteen se obtengan claros beneficios a corto y medio plazo, y que además sean aprovechables como primeras fases de actuaciones completas en los horizontes a largo plazo.

Los objetivos que presiden las propuestas que a continuación se desarrollan, son los siguientes:

– Mejorar los tiempos de recorrido de una manera sustancial respecto a la situación de partida.

– Incrementar la demanda del transporte ferroviario respecto a los otros modos de transporte.

– Adaptarse a un entorno de austeridad presupuestaria.

– Aprovechar los Fondos Europeos asignados a los proyectos en ejecución.

Los criterios de desarrollo de estos objetivos se formulan diferenciadamente para los elementos que componen la infraestructura ferroviaria: líneas, estaciones y operaciones de acceso e integración urbana del ferrocarril.

[14] Nuevo modelo de desarrollo de la línea de Alta Velocidad de Extremadura. Adif 2013

En relación a las líneas en ejecución se plantean los siguientes criterios:

1. Dar prioridad a la puesta en servicio de tramos completos que tengan un grado de ejecución elevado y que hagan posible la entrada en servicio de tramos con la suficiente entidad para aportar mejoras significativas.

Se trata de aprovechar la puesta en servicio de infraestructuras muy avanzadas evitando el coste de oportunidad que supondría su paralización por falta de recursos económicos para completar la línea

2. Diseñar soluciones desde el concepto de Red Ferroviaria Integrada, combinando la utilización, cuando se obtienen ventajas comparativas, de tramos de nueva construcción de alta velocidad con tramos de la Red Convencional de manera que se conformen itinerarios que mejoren los tiempos de recorrido.

Mediante las tecnologías de cambio automático de ancho de vía, tercer carril, etc., es factible dar continuidad a itinerarios que utilizan ambas redes con mejoras significativas sobre la situación actual.

3. Instalar un equipamiento de línea adecuado a las expectativas del tráfico previsto a corto y medio plazo.

Dado que en una buena parte de las actuaciones en ejecución las previsiones de crecimiento del tráfico no justifican la construcción de líneas para el máximo de capacidad, se plantea la instalación de elementos de superestructura ferroviaria para un primer horizonte de evolución de la demanda de transporte.

La principal reducción de coste que puede obtenerse con este criterio es la instalación en algunas líneas de vía única en lugar de vía doble.

No obstante, cada una de las propuestas que se realizan requerirá de un estudio específico de capacidad y robustez (estabilidad) que garantice una explotación futura acorde a las necesidades con un nivel de servicio adecuado.

Otras instalaciones como PAET's, sistemas de señalización, y en su caso electrificación también se ajustan de acuerdo a las velocidades de la línea o al tráfico previsible.

4. Aprovechar sinergias con otros programas de inversión previstos en la planificación ferroviaria.

Las actuaciones propuestas están coordinadas y se articulan en parte con otros programas de inversión tales como:

– Implantación del ancho de vía estándar en el Corredor Mediterráneo y en el Corredor Atlántico, para potenciar el tráfico internacional de mercancías que dan continuidad a itinerarios en este ancho de vía.
– Renovaciones de vía urgentes en tramos que se integran en itinerarios de Alta Velocidad.

En relación a las estaciones, los criterios contemplados son:

– Optimizar el proyecto de licitación para que la inversión sea estrictamente la necesaria para la puesta en servicio, garantizando la calidad del servicio a los viajeros.
– Establecer un diseño escalable por fases modulares que permitan la ampliación a futuro de la forma más sencilla posible.
– Controlar los costes de explotación desde la fase de diseño. Analizar, también desde la fase de diseño la comercialización de espacios, en función de los flujos predecibles de viajeros.

Así se plantean propuestas que varían entre ejecutar el proyecto completo, previamente establecido, desarrollarlo por fases o proyectar una solución restringida hasta que se redacte un nuevo proyecto acorde con los criterios anteriores.

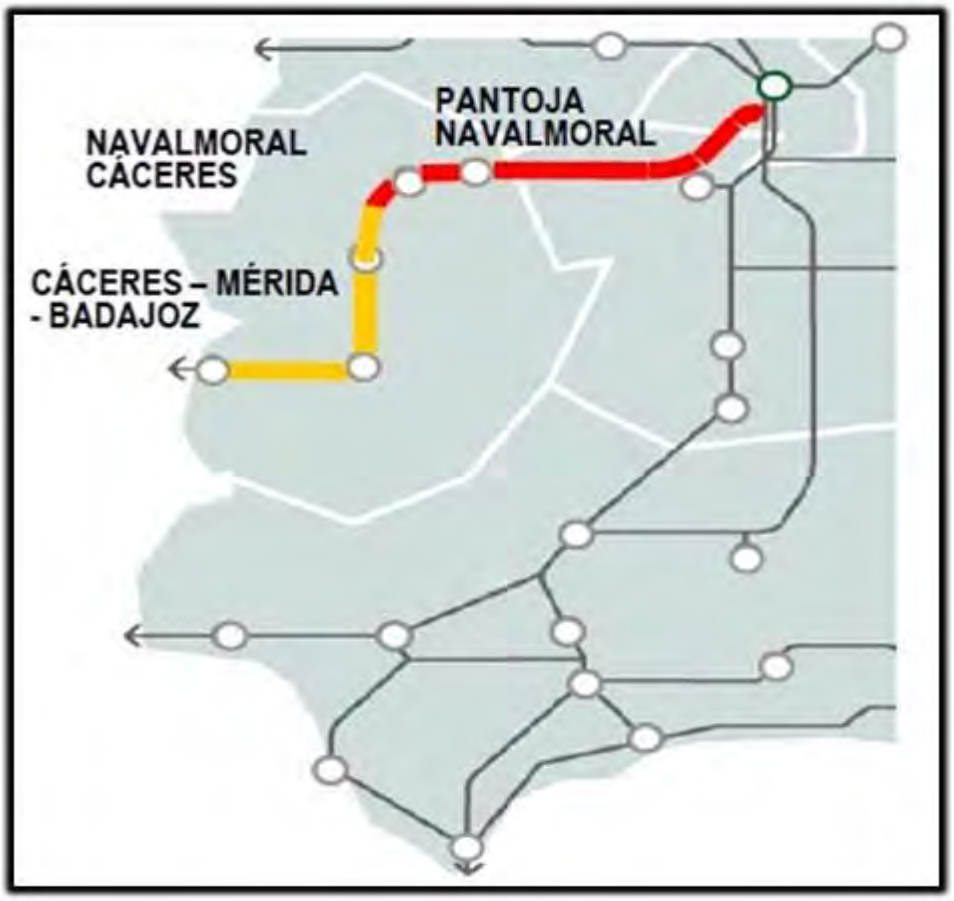
La nueva estrategia propuesta se presenta por corredores, en cada uno de ellos se analiza la línea completa o por tramos, las estaciones y las integraciones urbanas comprendidas en su ámbito.

En la línea se describe en primer lugar la actuación planificada inicialmente con el grado de ejecución en inversiones (a 31 de diciembre de 2012, incluyendo el IVA), y los elementos clave para poner en contexto las propuestas. En segundo lugar se desarrollan las características de la nueva propuesta en cada uno de los horizontes previstos, con referencia explícita al equipamiento. Por último se presentan los resultados e inversiones donde se evalúan las mejoras de tiempos de viaje, y las inversiones para cada horizonte pendientes de ejecutar y diferidas a ejercicios posteriores a 2018.

En estaciones se ha elaborado una ficha para cada una de ellas, en las que figura la actuación planificada inicialmente y las nuevas propuestas para el edificio de viajeros y para vías y andenes. Incluye resumen de los presupuestos donde se comparan el coste del total de la propuesta, con el total inicial considerado en concursos, proyectos, etc.

1.5.7.1.- Corredor de Alta Velocidad Madrid – Extremadura

Gráfico 60. Actuación planificada inicialmente/Grado de Ejecución



Cifras en M€

ESTADO ACTUAL	LONG km	INVERSIÓN	REALIZADO	COMPROMETIDO	PTE LICITAR
EN OBRAS	210	3.070	609	252	2.209
CACERES-MERIDA-BADAJOZ	103	1.270	305	14	951
NAVALMORAL-CACERES	107	1.800	304	238	1.258
EST/PROY	140	1.360	0	0	1.660
PANTOJA-NAVALMORAL	140	1.360	0	0	1.360
TOTAL CORREDOR	350	4.430	609	252	3.869

Fuente: Adif

1.5.7.2.- Elementos clave del corredor de alta velocidad extremeño

– Alto grado de avance en la parte final del corredor desde Plasencia hasta Badajoz.

– Sin iniciar obras entre Madrid y Plasencia, salvo dos tramos aislados en el entorno de Navalmoral.

– Sin iniciar las integraciones urbanas en las ciudades.

– Necesidad de ejecutar y pagar las obras antes de final de 2015 y ponerlas en servicio antes de marzo de 2017 para aprovechar fondos europeos.

Gráfico 61. Corredor de alta velocidad extremeño. Situación planificada inicial

Fuente: Adif

1.5.7.3.- Características de la Nueva Propuesta. Horizonte 2015

– Puesta en servicio por tramos sucesivos de la línea de alta velocidad, tramo Plasencia – Cáceres – Mérida -Badajoz, conectándolo con la línea convencional existente así como de los accesos y el bypass de Mérida, totalizando 164 km de nueva infraestructura.

– La puesta en servicio se realiza en vía única de ancho ibérico, sin electrificación y con señalización ASFA, equipamiento básico que permitirá velocidades de hasta 200 km/h.

– Los accesos a ciudades se realizan a través de la línea existente y utilizando las estaciones existentes. La demanda de viajeros se incrementa en un 116%.

– Se optimiza el aprovechamiento de las ayudas europeas en relación con la inversión realizada.

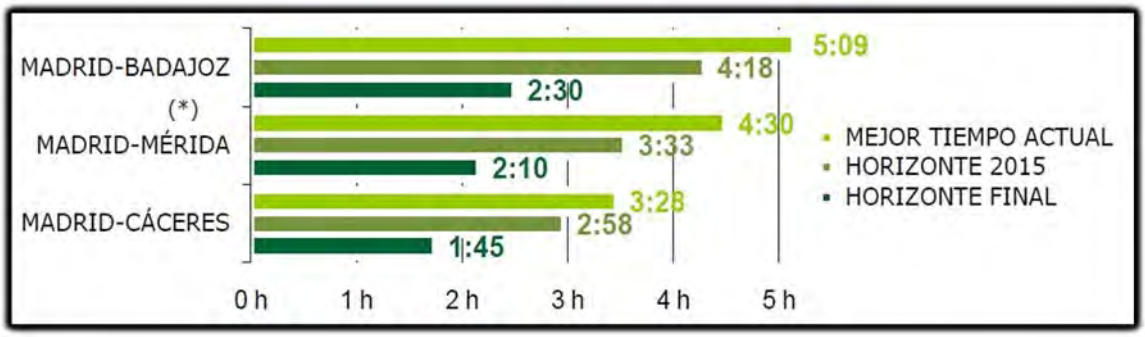
Gráfico 62. Corredor de alta velocidad extremeño. Situación planificada inicial

Fuente: Adif

1.5.7.4.- Resultados e inversiones

La propuesta supone una inversión diferida de 3.178 millones de euros a ejercicios posteriores a 2018, y permite reducir en un 17% los tiempos de viaje en la relación Madrid-Badajoz (frente al 52% que se alcanzará en el horizonte final).

Gráfico 63. Mejora de tiempos en la línea Madrid-Badajoz. Horizonte 2015. [15]



Fuente: Adif

[15] Tiempos estimados con paradas en Talavera, Cáceres, Mérida y Badajoz. Si se estableciera un servicio semidirecto Madrid-Talavera-Cáceres-Badajoz, sin parada en Mérida, la duración del viaje en el horizonte 2015 sería de 3h 35 minutos.

Tabla 13. Inversiones en la línea de alta velocidad extremeña. Horizonte 2015

Tramo	Inversión total (1)	Realizado	Ayudas europeas (2)	Coste neto de ayudas (1)-(2)	Inversión pendiente (3)	Ayudas europeas a la inversión pendiente (4)	Coste pendiente neto de ayudas (3)-(4)	Inversión diferida	% Realizado
Plasencia-Cáceres-Badajoz	1.252	609	505	747	643	303	340	3.178	49%

Fuente: Adif

1.6.- INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE INTERMODAL

1.6.1.- *Concepto de transporte intermodal*

En el transporte de mercancías, el transporte intermodal es la articulación entre diferentes modos de transporte utilizando una única medida de carga (generalmente contenedores), a fin de realizar más rápida y eficazmente las operaciones de trasbordo de materiales y mercancías. En definitiva, transporte intermodal designa el movimiento de mercancías en una misma unidad o vehículo usando sucesivamente dos o más modos de transporte sin manipular la mercancía en los intercambios de modo.

Fotografía 41. Grúa cargando un contenedor normalizado de 20 pies (T.E.U) en un vagón-plataforma de ferrocarril

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

También se puede definir como el porte de mercancías por dos modos diferentes de transporte por lo menos, en virtud de un único Contrato de Transporte Multimodal, desde un lugar en que el Operador de Transporte Multimodal toma las mercancías bajo su custodia hasta otro designado para su entrega.

1.6.2.- Concepto de logística

La logística (del inglés Logistic) es definida como el conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de transporte y distribución.

Fotografía 42. Grúa trasladando un TEU de un vagón –plataforma a la plataforma de un camión

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

La logística es fundamental para el transporte y el comercio. Las actividades logísticas conforman un sistema que es el enlace entre la producción y los mercados que están separados por el tiempo y la distancia.

La logística empresarial, por medio de la administración logística y de la cadena de suministro, cubre la gestión y la planificación de las actividades de los departamentos de compras, producción, transporte, almacenaje, manutención y distribución.

1.6.3.- Encuadre jurídico y administrativo. Competencias y legislaciones en la Unión Europea

- ***El libro blanco sobre el transporte***

Desde su creación (1957), la Comunidad Europea se dotó de una política común de transportes para establecer medidas en el transporte terrestre (carretera y ferrocarril) y por mar (fluvial y marítimo).

En los años 70, la política de transportes se amplió al transporte aéreo. **El Tratado de la Unión Europea de Maastrich (1992)** recoge nuevos objetivos para la política de transportes: la seguridad en el transporte, la red transeuropea y la protección del entorno.

El objetivo genérico de la actual política de transportes es garantizar la movilidad de personas y mercancías en el mercado interior europeo y también desde y hacia terceros países, así como aprovechar al máximo los dispositivos técnicos y de organización para facilitar el transporte de personas y de mercancías, respetando el medio ambiente. Estos objetivos tienen que conseguirse mediante la mejora de la seguridad, la reducción del ruido y la contaminación y la promoción de la protección del medio ambiente.

La política de transportes se considera fundamental en el fortalecimiento de la cohesión económica y social de la UE. Contribuye a reducir las disparidades regionales, mejorando el acceso a las regiones insulares y periféricas. Además, tiene un efecto positivo para la creación de puestos de trabajo, ya que fomenta las inversiones en infraestructuras de transporte y favorece la movilidad de los trabajadores.

- ***Directiva 92/106/CEE del Consejo, del 7 de diciembre de 1992, relativa al establecimiento de normas comunes para determinados transportes combinados de mercancías entre Estados miembros (actualizada 2006/103/CE):***

Esta Directiva se aplica a las operaciones de transporte intermodal.

El «**transporte combinado o intermodal**» es el transporte de mercancías entre los Estados miembros en los que el vehículo utiliza la carretera en la parte inicial o final del trayecto y, en el resto, el ferrocarril, una vía navegable o un recorrido marítimo. La carretera se utiliza:

- Entre el punto de carga de la mercancía y la estación ferroviaria de embarque apropiada más cercana posible en el caso del trayecto inicial y entre la estación ferroviaria de desembarque apropiada más cercana y el punto de descarga de la mercancía en el caso del trayecto final.
- En un radio que no sea superior a 150 kilómetros a vista de pájaro desde el puerto fluvial o marítimo de embarque o desembarque.

- ***Comunicación de la Comisión, de 29 de mayo de 1997, relativa a la intermodalidad y transporte intermodal de mercancías en la Unión Europea: una lógica de sistemas para el transporte de mercancías; estrategias y acciones para promover la eficacia, los servicios y el desarrollo sostenible.***

En el transporte de mercancías se tiende a una intensificación del tráfico y a un desequilibrio creciente en la utilización de los distintos modos de transporte, con un aumento de la parte correspondiente al transporte por carretera y una reducción de la parte correspondiente al transporte ferroviario.

La intermodalidad, definida por la Comisión como una característica de un sistema de transportes en virtud de la cual se utilizan de forma integrada al menos dos modos de transporte diferentes para completar una cadena de transporte puerta a puerta, permite, mediante un planteamiento global, una utilización más racional de la capacidad de transporte disponible.

La intermodalidad no pretende imponer una opción modal, pero permite utilizar mejor el ferrocarril, las vías navegables y el transporte marítimo, que por sí solos no permiten el transporte puerta a puerta. La intermodalidad es complementaria de las otras políticas de transporte desarrolladas por la Unión Europea, en particular con vistas a:

- la liberalización de los mercados de transporte;
- el desarrollo de las Redes Transeuropeas (RTE);
- el fomento de una tarificación equitativa y eficaz;
- la realización de la sociedad de la información en el sector del transporte.

- ***Reglamento 913/2010, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de septiembre de 2010, sobre una red ferroviaria europea para un transporte de mercancías competitivo (DOCE L276/22 de 20 de octubre 2010)***

Este Reglamento busca regular la creación de 9 corredores ferroviarios internacionales que permitan desarrollar una red europea competitiva de transporte de mercancías por ferrocarril, en la cual los trenes de mercancías puedan circular en buenas condiciones y pasar fácilmente de una red nacional a otra, contribuyendo a mejorar las condiciones de utilización de la infraestructura.

1.6.4.- Competencias y legislaciones en España. Ministerio de Fomento

1.6.4.1.- Transporte ferroviario

Ley 39/2003 de 17 de noviembre (última actualización Real Decreto Ley 22/2012 de 20 de julio) **del Sector Ferroviario (LSF)** es la regulación en el ámbito de competencia del Estado, de las infraestructuras ferroviarias y de la prestación de servicios de transporte ferroviario y otros adicionales, complementarias o auxiliares.

1.6.4.2.- Transporte aéreo

Ley 48/1960 de 21 de julio sobre Navegación Aérea, es la legislación que regula el transporte de mercancías en el transporte aéreo

1.6.4.3.- Transporte marítimo

Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la **Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante**. Puertos del Estado tiene atribuidas las funciones de coordinar y supervisar las actuaciones de los diferentes órganos de la Administración General del Estado con competencias en materia de intermodalidad, logística y transporte, que se refieran a los puertos de interés general.

1.6.4.4.- PITVI

El Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI) 2012-2024, del Ministerio de Fomento, expone los siguientes argumentos favorables a la promoción de las terminales ferroviarias:

a)Desde que entrara en vigor la Ley del sector ferroviario en el año 2005, se viene trabajando en la revitalización del modo ferroviario para el transporte de mercancías.

b)Existe un elevado potencial de desarrollo del transporte intermodal, en el cual el ferrocarril debe mejorar su aportación a la cadena de transporte.

Gráfico 64. Esquema del PITVI. 2012-2024

Fuente: Ministerio de Fomento

c)Es de gran importancia establecer actuaciones centradas en el aumento de la calidad del servicio intermodal, al objeto de obtener la acomodación del mismo a las necesidades reales de los clientes, la fidelización de estos a través de su satisfacción y nuevas fórmulas de aproximación a los diferentes tipos de clientes y de partenariado.

d)La competitividad del transporte intermodal reposa, en buena medida, en la existencia de terminales ferroviarias más eficaces.

e)Debe, asimismo, destacarse la relevancia de una conexión adecuada entre las terminales ferroviarias intermodales y los centros de transporte de carretera y otras plataformas logísticas, buscando la integración del ferrocarril en la cadena logística del transporte de mercancías

1.6.4.5.- PITVI. Transporte por carretera

La Red de Carreteras del Estado es el elemento esencial para la movilidad, tanto de viajeros como de mercancías. La red viaria está en general consolidada, aunque persisten importantes ineficiencias, existiendo, por un lado desequilibrios territoriales y por otro, itinerarios donde se ofrece una capacidad superior a la demanda.

En consecuencia, se racionalizarán las inversiones en las infraestructuras viarias en función de las necesidades reales de la sociedad española, poniendo el énfasis del esfuerzo inversor en la conservación y mantenimiento del patrimonio vial existente y en

el refuerzo y mejora de la seguridad vial. Al objeto de responder de forma efectiva a estas necesidades, se diseñará un nuevo modelo para la conservación y explotación de la Red de Carreteras de Interés General del Estado.

Se acometerán mejoras en la intermodalidad y conectividad, prestando especial atención a los accesos a puertos y al ámbito periurbano. Estas actuaciones mantendrán el principio de austeridad técnica y económica, como garantía de una eficiente asignación de los recursos.

Se extenderá la utilización de nuevas tecnologías en la gestión del tráfico, optimizando las capacidades existentes y los niveles de servicio.

En materia de los servicios de transporte por carretera, se reforzarán los mecanismos de control de la Administración, lo cual incluirá la reformulación de las condiciones para las concesiones de los servicios de transporte por carretera.

Se dará continuidad al sistema concesional de líneas regulares de transporte de viajeros interregionales por carretera, ajustando los pliegos con el fin de que se produzca una mayor concurrencia y competencia en el mercado, que redunde en beneficio del viajero a través de la calidad y coste del servicio ofertado, que facilite el desarrollo de la intermodalidad, y que garantice en todo momento los mayores estándares de seguridad.

1.6.4.6.- PITVI. Transporte ferroviario

Se procederá a reordenar el actual modelo organizativo de gestión ferroviaria, con el fin de superar disfuncionalidades y asegurar una eficaz articulación de los roles de los distintos agentes.

Si bien se ha avanzado hacia la apertura del mercado a la competencia, se dará un nuevo y decidido impulso a la liberalización completa del sector en línea con las orientaciones europeas, con el fin de asegurar el desarrollo y mejora de la eficiencia del transporte ferroviario.

La apertura a nuevos operadores ferroviarios de viajeros en régimen de competencia en la red española, particularmente en lo tocante a la red de Alta Velocidad, deberá constituir un revulsivo que estimule el mercado, desarrollando la oferta sobre una base más segmentada. Para ello, se incluirán iniciativas con el fin de reforzar los efectos de la liberalización ferroviaria. Además, se favorecerá la competencia por el mercado en los servicios que tengan componente de **Obligación de Servicio Público (OSP).**

El **transporte de mercancías por ferrocarril** sigue siendo la asignatura pendiente del sector, por la existencia de diferentes barreras físicas, económicas, operacionales y de gestión. En este sentido, se acometerán diferentes iniciativas a todos los niveles (legislativas y regulatorias, liberalización del mercado y gestión de los servicios, e inversiones) de cara a conseguir una mejora de la eficiencia y la competitividad, así como la integración efectiva del ferrocarril en las cadenas logísticas.

La red de Alta Velocidad ferroviaria española, que es la más extensa de Europa, deberá integrarse y complementarse con la red Convencional, de cara a generalizar una efectiva reducción de los tiempos de viaje, así como un incremento del uso de la red y una mejor cohesión territorial. Para ello, se potenciará el uso de material ferroviario de rodadura desplazable, con el fin de permitir el desarrollo no oneroso de servicios flexibles y versátiles, superando así las discontinuidades de ancho, tanto fronterizas como interiores.

El desarrollo de la red de Alta Velocidad proporcionará la base para la extensión progresiva de servicios ferroviarios que enlacen España con otros países europeos sin discontinuidad de anchos. Por otra parte, se analizarán las necesidades y tramos de la red Convencional que mediante el cambio de ancho o la vía con tres hilos, permitan extender el alcance potencial de servicios de mercancías en ancho UIC sin comprometer la continuidad ni funcionalidad de la red de ancho ibérico donde ello sea necesario.

1.6.4.7.- PITVI. Transporte aéreo

Se desarrollará un esfuerzo especial orientado a la consecución de un sector aéreo más seguro y sostenible, reforzando el enfoque preventivo de la seguridad aérea, con el fin de dar una respuesta de calidad y eficiencia para las necesidades demandadas por pasajeros, compañías aéreas, y el resto de agentes involucrados.

Para potenciar la generación de actividad económica y empleo y de sustentar el desarrollo de sectores asociados como el turismo en todos sus segmentos, se reforzará la competitividad de las empresas españolas en todos los ámbitos de la aviación civil (transporte comercial de pasajeros, carga aérea, aviación general, corporativa, deportiva, trabajos aéreos), mediante la revisión y actualización de los marcos normativos y la adopción de actuaciones de mejora y desarrollo. Ello deberá contribuir a posicionar a España como referente en materia aeronáutica en el contexto internacional, y como actor influyente en el desarrollo del *"Cielo Único Europeo*".

Se reforzará la contribución del transporte aéreo a la cohesión y vertebración de todos los territorios del Estado, en particular a los no peninsulares, a través de políticas que fomenten la conectividad e intermodalidad, de acuerdo con las necesidades de la sociedad.

Se reordenarán y modernizarán los órganos públicos estatales con responsabilidad en el ámbito aeronáutico, reforzando su papel en la regulación y supervisión, al objeto de optimizar su contribución al desarrollo del sector.

Se racionalizará la dedicación y gestión de recursos estatales en materia aeroportuaria y de navegación aérea, de forma consistente con la demanda efectiva, optimizando y rentabilizando la capacidad disponible, y analizando el potencial de nuevos proyectos mediante criterios estrictos de rentabilidad económica y social.

Se revisará el modelo español de gestión estatal aeroportuaria, reforzando los criterios de productividad, eficiencia, perfiles de negocio y rentabilidad económica de cada aeropuerto de la red nacional, y promoviendo la liberalización y el cambio en la estructura de propiedad de Aena Aeropuertos a través de la entrada de capital privado en dicha sociedad mercantil.

Se desarrollarán planes de negocio adaptados al perfil de tráfico y características de cada aeropuerto de la red nacional de AENA. Los aeropuertos se desarrollarán a través de estrategias de marketing aeroportuario, promoción de rutas, innovación de gestión, y cooperación estratégica con las compañías aéreas.

1.6.4.8.- PITVI. Transporte marítimo

Se promoverá una cultura de la seguridad preventiva a través de la implicación de usuarios y profesionales en todos los ámbitos de la navegación y de las operaciones en puerto, pero particularmente en el sector de los cruceros y de la náutica recreativa, dado su potencial de desarrollo en nuestro país y su carácter de soporte al turismo.

1.6.4.9.- Resumen de los datos del sector logístico en España

- 5,5% del PIB
- 850.000 empleos
- 7-12% repercusión logística en precio de los productos
- En 2012 transporte interior de mercancías de 1.500 millones de Toneladas
- En 2012 se movieron en España 14 M TEUS. De ellos 7,5M TEUS trasnacionales
- Por contenedores los 5 puertos más importantes son: Algeciras, Valencia, Barcelona, Bilbao y Canarias.

1.6.4.10.-Objetivos españoles para el desarrollo del transporte intermodal

1) Mejora de la eficiencia y competitividad global
2) Desarrollo económico equilibrado. Impulso de la economía
3) Mejora de la competitividad industrial
4) Movilidad sostenible. Efectos medioambientales además de sociales y económicos
5) Reforzar cohesión territorial y la accesibilidad de todos los territorios

   Integración funcional del sistema de transporte en su conjunto mediante enfoque intermodal.

1.6.5.- Estrategia logística de la Unión Europea

La estrategia logística de la Unión Europea trata de conseguir un sistema de transporte competitivo y sostenible. Para ello se marca los siguientes objetivos:

1) Cumplimiento de lo establecido en el Libro Blanco del Transporte 2011 "*Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible".*
2) Optimización del rendimiento de cadenas logísticas multimodales:

– Redistribución modal de los tráficos en favor de modos marítimos y ferroviario.

– Objetivos transferencia desde modo carretera hacia el ferrocarril o navegación:

- En 2030, el 30% del Transporte de mercancías por carretera
- En 2050, el 50% del Transporte de mercancías por carretera

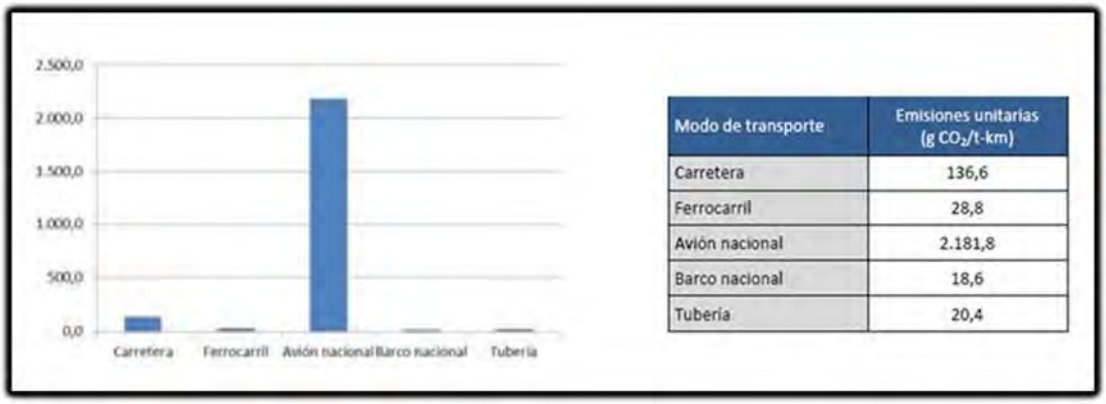
– Red transeuropea de transportes. Red Básica RTE-T. 2030. Multimodal. Red Global en 2050

– En 2050 conexión a la red ferroviaria de puertos y aeropuertos principales

3) Incremento del sector logístico 80% horizonte 2050.
4) Reducción de emisiones efecto invernadero, 60%, año 2050, respecto del 1990.

Según los datos de la **Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA),** el sector del transporte representaba aproximadamente un 24% del total de los gases de efecto invernadero emitidos en la Unión Europa en el año 2009, de los cuales el 17% correspondía al transporte por carretera y el 7% al resto de modos.

Gráfico 65. Emisiones unitarias de gases efecto invernadero del transporte de mercancías. (2007)

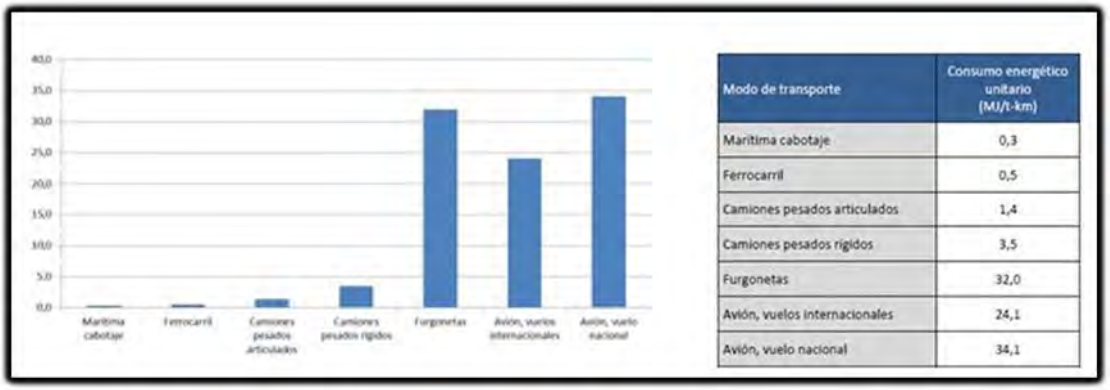


Modo de transporte	Emisiones unitarias (g CO_2/t-km)
Carretera	136,6
Ferrocarril	28,8
Avión nacional	2.181,8
Barco nacional	18,6
Tubería	20,4

Fuente: Observatorio de transporte intermodal terrestre y marítimo. 2011

Además de las importantes reducciones en emisiones y gasto energético, la combinación de la carretera con otros modos de transporte de mercancías más sostenible reduciría en gran medida los costes externos del transporte. Estos costes externos representan el coste para la sociedad provocado por la actividad del transporte, como ruido, accidentes, congestión, etc.

Gráfico 66. Consumo energético unitario por modo de transporte de mercancías (MJ/t-km)

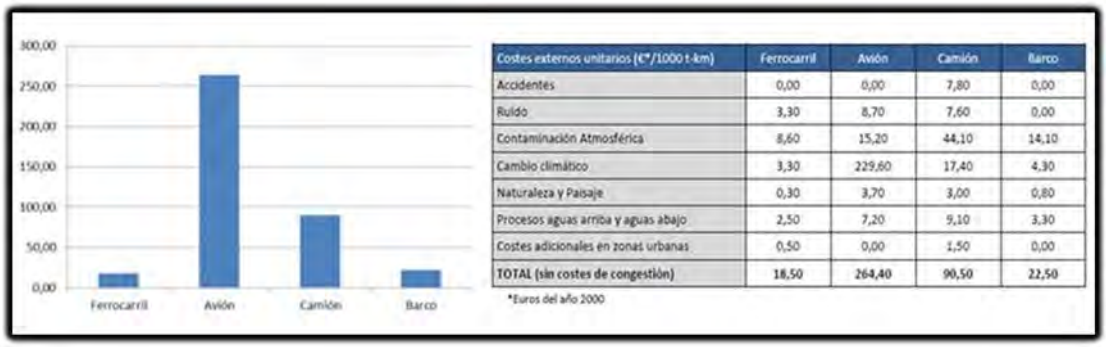


Modo de transporte	Consumo energético unitario (MJ/t-km)
Marítima cabotaje	0,3
Ferrocarril	0,5
Camiones pesados articulados	1,4
Camiones pesados rígidos	3,5
Furgonetas	32,0
Avión, vuelos internacionales	24,1
Avión, vuelo nacional	34,1

Fuente: Observatorio de transporte intermodal terrestre y marítimo. 2011

Según el Observatorio del Transporte Intermodal Terrestre y Marítimo, basado en los datos de costes externos del estudio INFRAS de la Universidad de Karlsruhe, el ferrocarril es el modo con menor coste externo para la sociedad, siendo el avión el que presenta un mayor coste externo en el transporte de mercancías.

Gráfico 67. Costes externos unitarios por modo de transporte y componente de coste (€/1000 t-km)



Costes externos unitarios (€*/1000 t-km)	Ferrocarril	Avión	Camión	Barco
Accidentes	0,00	0,00	7,80	0,00
Ruido	3,30	8,70	7,60	0,00
Contaminación Atmosférica	8,60	15,20	44,10	14,10
Cambio climático	3,30	229,60	17,40	4,30
Naturaleza y Paisaje	0,30	3,70	3,00	0,80
Procesos aguas arriba y aguas abajo	2,50	7,20	9,10	3,30
Costes adicionales en zonas urbanas	0,50	0,00	1,50	0,00
TOTAL (sin costes de congestión)	**18,50**	**264,40**	**90,50**	**22,50**

*Euros del año 2000

Fuente: Observatorio de transporte intermodal terrestre y marítimo. 2011

1.6.6.- Estrategia logística de España

España forma parte de la Península Ibérica y por sus condiciones geoestratégicas, puede llegar a ser la gran Plataforma Logística de Europa.

Se debe por tanto generar una estrategia logística para el aprovechamiento y coordinación de todo el potencial que tiene el país.

En esta estrategia tienen un papel fundamental:

– Puertos. Son la puerta de recepción de otros continentes. Reciben los barcos procedentes de los canales de Suez y Panamá.

– Ferrocarriles. De los 9 corredores ferroviarios europeos que se han aprobado, dos de ellos llegan a España.

– Carreteras. España cuenta con una de las mejores redes de carreteras de Europa.

– Aeropuertos.

1.6.6.1.- Objetivos

– Convertir a España, en un "*hub*" europeo de mercancías.

– Potenciar puerta de entrada, centro de tratamiento, y distribución de mercancías intercontinentales para Europa

– Desarrollo del Sector logístico. Oportunidad para la economía nacional

– Abaratamiento costes logísticos. Oportunidad para otros sectores económicos.

– Cumplimiento de Libro Blanco del Transporte

A continuación se describen las **debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO) del sector logístico español**.

1.6.6.2.- Debilidades del sector logístico en España

1) El tamaño empresarial en el sector de la logística y el transporte es notablemente reducido en comparación con los de otros países, existiendo una fuerte atomización. Este hecho supone una pérdida de competitividad para las empresas de transporte y logística españolas. El reducido tamaño medio de las empresas dificulta el aprovechamiento de economías de escala y su apertura a los mercados internacionales, así como las inversiones en nuevas tecnologías u otras medidas de dinamización de su actividad.

2) El transporte de mercancías presenta un reparto modal desequilibrado, con un claro predominio del transporte por carretera y elevados costes externos y medioambientales. En España el transporte de mercancías por carretera supone más el 85% de las toneladas-km (85,3% en 2011), mientras que el transporte marítimo representa un 12,2% y el ferroviario sólo alcanza el 2,5%.

3) La participación del transporte intermodal en la cadena logística es relativamente baja, presentando penalizaciones de tiempo, de coste y de carácter administrativo.

El transporte intermodal carretera-ferrocarril y marítimo-terrestre requieren instalaciones y tiempos de trasvase de la mercancía que suponen en la actualidad un incremento de tiempo y coste respecto al transporte monomodal.

Adicionalmente, los procedimientos y documentos necesarios para una operación de transporte intermodal son de mayor complejidad debido principalmente a:

1) Se detecta una insuficiente coordinación en la planificación y desarrollo de infraestructuras logísticas entre los distintos estamentos de la Administración con competencias en el sector logístico.

2) El empleo de tecnologías de la información y la comunicación (*TICs)* es relativamente bajo en algunos sectores y modos de transporte de mercancías.

3) La escasa dimensión de la actividad internacional de la logística española limita su capacidad de apertura hacia nuevos mercados. La menor potencia de la actividad exportadora de España, en relación con otros países europeos, como Francia o Alemania, se ha traducido en un predominio de los flujos de mercancías hacia el interior de nuestras fronteras, lo que provoca una menor demanda de logística internacional en el país. En cualquier caso, el creciente dinamismo del sector exportador español en los últimos años está comenzando a cambiar este panorama, dando lugar a nuevas oportunidades.

4) Con carácter general, existe una falta de cualificación profesional en el sector del transporte de mercancías y la logística en España. La poca definición actual de los perfiles, funciones y titulaciones, así como en el establecimiento de la formación necesaria, dificultan la competitividad profesional en el sector logístico.

5) Ausencia de un esquema claro a nivel nacional de plataformas y áreas logísticas, que integre y jerarquice las actuaciones existentes y planificadas. Las distintas

iniciativas logísticas, públicas, estatales y autonómicas, y privadas, adolecen de una visión global y coordinada a nivel nacional que las integre y jerarquice de manera conjunta, ofreciendo al sector productivo una imagen poco definida de la red española de infraestructuras logísticas.

1.6.6.3.- Amenazas del sector logístico español

1) Escasez de proyectos empresariales de ámbito global en el sector logístico, que han estado focalizados hacia ciertos modos de transporte, tráficos concretos o sectores geográficos específicos. Generalmente, las empresas relacionadas con la logística y el transporte de mercancías han ido surgiendo a partir de necesidades concretas del mercado, no existiendo una concepción global del sector que facilite su expansión.

2) En los últimos años se ha desarrollado una gran cantidad de normativa para el transporte de mercancías, específicas de cada modo de transporte o que abordan aspectos determinados (mercancías peligrosas), sin que se haya elaborado una normativa propia y específica sobre logística. Los operadores logísticos son una figura recientemente recogida en la actual normativa de transporte terrestre (LOTT[16]). Sin embargo, aún no se dispone de una regulación integrada aplicable al sector logístico, teniendo que atender a la diversa normativa de cada modo de transporte.

3) Rigidez en los trámites administrativos y controles aduaneros, especialmente en los modos combinados o en los modos alternativos a la carretera como cadena monomodal (ferroviario, marítimo). Los documentos de transporte e inspecciones aduaneras son más numerosos y complejos en las cadenas multimodales que en las unimodales, y son diferentes para los distintos modos, por lo que se penaliza la utilización de cadenas multimodales.

1.6.6.4.- Fortalezas del sistema de transportes y la logística española

1) España cuenta con unas infraestructuras de transporte de primer nivel en todos los modos de transporte (carretera, ferrocarril, transporte marítimo y aéreo). Así, la red de carreteras española cuenta con 14.021 km de autovías y autopistas, lo que sitúa al país al frente de Europa en cuanto a infraestructuras viarias de alta capacidad se refiere. La red ferroviaria española, con 15.837 km, ocupa la sexta posición europea en cuanto a longitud total. La configuración peninsular e insular del país favorece la existencia de 46 Puertos de Interés General para la entrada y salida de mercancías. Además, la red de aeropuertos cuenta con 46 aeropuertos en los que se producen operaciones de carga aérea.

2) La liberación de capacidad para transporte ferroviario de mercancías en la red convencional supone un incremento de la capacidad disponible para el tráfico ferroviario de mercancías. (nuevas líneas de Alta Velocidad)

3) Existencia de iniciativas de inversión privada y experiencias de participaciones público-privadas (*PPP)* en instalaciones ferroviarias y logísticas (terminales portuarias, nodos de carga y conexiones, etc.). La intermodalidad con el transporte ferroviario requiere de infraestructuras de conexión que permitan la rápida salida de las mercancías desde los puertos y otros puntos de generación de mercancías, pudiendo ser financiadas parcialmente por las empresas involucradas. Se consideran como fortalezas los avances en la utilización de fórmulas de colaboración público-privada para la promoción y gestión de terminales ferroviarias, que posibilitan la inversión del sector privado en terminales de uso público, así como la prestación de servicios por empresas privadas dentro de terminales de uso público, que permite una gestión más ágil de los recursos.

[16] Ley 9/2013 de 4 de julio de Ordenación de los Transportes Terrestres

4) Desarrollo de convenios de conexión ferroportuaria entre las Autoridades Portuarias y Adif para la conexión de la red ferroviaria administrada por las Autoridades Portuarias y la administrada por Adif. Existen actualmente doce puertos que disponen de conexión ferroviaria y convenio para regular su conexión con el resto de la Red Ferroviaria de Interés General (*RFIG*), existiendo avances en las negociaciones de los diez convenios de conexión pendientes de firma.

1.6.6.5.- Oportunidades para el sector del transporte y la logística en España

1) El desarrollo de los principales corredores europeos de mercancías, entre los que se incluyen el Corredor Mediterráneo y el Atlántico, reflejan la actual potenciación del transporte ferroviario de mercancías.

2) La privilegiada posición geográfica estratégica de España sitúa a nuestro país como puerta de entrada idónea hacia Europa de las mercancías provenientes tanto del Norte de África como de América o Asia. Por tanto, España, a pesar de su posición periférica dentro de Europa, cuenta con unas magníficas condiciones geográficas para convertirse en un gran nodo logístico europeo como punto de concentración y tratamiento de los tráficos intercontinentales de mercancías.

3) La creación de la Unidad Logística y la elaboración de la Estrategia Logística de España reflejan el apoyo del Ministerio de Fomento al impulso del sector logístico en la actualidad. La Estrategia Logística de España, elaborada en el seno de la Unidad Logística del Ministerio de Fomento en coordinación con el Foro Logístico y las Comunidades Autónomas, constituye un elemento clave en la dinamización del sistema de transportes y la logística en España, ofreciendo una visión conjunta y coordinada de todas las actuaciones en el sector a nivel nacional.

4) Las directrices establecidas en el **Plan de Infraestructuras, Transportes y Vivienda (PITVI) 2012-2024** fomentan el transporte intermodal terrestre y marítimo-terrestre. Entre los grandes objetivos estratégicos del PITVI se encuentra la integración funcional del sistema de transportes mediante un enfoque intermodal. Así, el PITVI recoge, en cada uno de sus tres programas de actuación, acciones y medidas destinadas específicamente al transporte intermodal de mercancías.

5) Se aprecia un creciente interés por el uso del ferrocarril por parte de los cargadores, así como por parte de los operadores logísticos y de otros modos. Las ventajas competitivas y los menores costes externos ofrecidos por el ferrocarril han originado recientemente un interés por parte de los cargadores y operadores logísticos, existiendo una posibilidad real de captación de tráficos hacia el modo ferroviario.

6) Existe un elevado potencial de mejora a través de medidas de gestión y necesidades de inversión ajustadas. Teniendo en cuenta el contexto económico actual, es destacable la existencia de medidas de gestión y ciertas actuaciones de conexión ferroviaria que no suponen un alto coste pero que producen una mejora significativa del sector logístico español.

7) Dinamismo del sector exportador español en la actualidad. El buen comportamiento de las exportaciones en los últimos años supone una oportunidad inmejorable para la proyección internacional de sector logístico español.

8) Los resultados positivos en países europeos próximos, con desarrollos muy efectivos en el transporte ferroviario, la intermodalidad y el sector logístico, puede servir de referencia para la mejora del sistema logístico en España.

1.6.6.6.- Líneas de actuación y programación de la estrategia logística[17]

El año horizonte considerado para la **Estrategia Logística** es coincidente con el del PITVI (2024). La implantación de la Estrategia será progresiva y coordinada, teniendo en cuenta la priorización de aquellos programas y subprogramas que sean claves para el desarrollo del sector logístico.

El programa de regulación, control y supervisión se considera prioritario, estando prevista la implantación de sus dos subprogramas: racionalización del marco normativo y mejora de la transparencia y competitividad, en el periodo 2013-2016.

El Ministerio de Fomento pretende proporcionar con este programa un marco estable para todos los agentes que intervienen en el sector de la logística y el transporte, impulsando la figura del operador logístico y ofreciendo garantías técnicas, jurídicas y financieras para el desarrollo del sector.

Así mismo, se pretende completar dentro de este programa la liberalización de todos los sectores del transporte, asegurando la transparencia y la competencia en el mercado.

Unidos a la consolidación de la Unidad Logística, se seguirán reforzando los instrumentos de coordinación del Ministerio de Fomento con los distintos sectores y administraciones.

El programa de gestión y prestación de servicios se desarrollará progresivamente en el periodo 2013-2020, dando preferencia a la simplificación de los trámites administrativos y a la mejora de la eficiencia de los servicios de transporte de mercancías.

Se considera así prioritario dentro de este programa la agilización y armonización de los trámites administrativos, integrando los controles aduaneros y de otras autoridades administrativas (ambientales, de consumo, etc.), ofreciendo ventanillas únicas que unifiquen la documentación y permitan la interoperabilidad entre los distintos sistemas de información.

Se promoverá también la modernización de los sistemas de gestión, optimizando la eficiencia de la explotación de las terminales ferroviarias y ferroportuarias.

Se impulsará también la implantación de servicios intermodales mediante acciones piloto de aplicación de servicios innovadores, en especial un plan de despliegue de autopistas ferroviarias en los corredores de mayor potencial logístico y medioambiental, y mediante la promoción de desarrollos tecnológicos, tanto en *TICs* como en equipamientos de transporte intermodal, en coordinación con las plataformas tecnológicas del sector.

Dentro del *programa de actuación inversora*, que se extiende hasta 2024, se dará preferencia a las siguientes actuaciones:

– Mejora de los accesos terrestres a los Puertos de Interés General, con una finalización prevista antes del fin de 2016.

– Desarrollo y mejora de las terminales intermodales, con una finalización prevista antes del fin de 2020.

– Mejora de las conexiones ferroviarias, con una finalización prevista antes del fin de 2020.

– Inversiones en corredores, accesos, enlaces y nodos. Se realizarán a partir de rigurosos análisis de maximización de la eficiencia, adaptándose a las necesidades del mercado.

– Se emplearán fórmulas de financiación PPP equilibradas y viables, en concertación con las administraciones autonómicas y locales vinculadas a las áreas de actuación.

[17] Estrategia Logística de España. 25 de noviembre de 2013

1.6.6.7.- Programa de regulación, control y supervisión

- ***Racionalización del marco normativo***

Para clarificar y homogeneizar la diversa normativa existente en el sector del transporte, dar entidad propia a la actividad logística e impulsar el transporte multimodal de mercancías, se propone racionalizar el marco normativo del sector del transporte y la logística.

Destacan algunas actuaciones como:

– Desarrollo de normativa específica del transporte de mercancías y la logística, coordinada con las políticas europeas e internacionales.

– Consolidación de la figura del operador logístico en la normativa sectorial.

– Adecuación de la normativa ferroviaria, de manera que se incentive el transporte de mercancías por ferrocarril.

- ***Mejora de la transparencia y competitividad del sector***

A fin de garantizar la igualdad de condiciones en la prestación de los servicios de transporte y logística, así como favorecer la competencia en el sector, se propone mejorar la transparencia y la competitividad del transporte de mercancías en España.

A continuación se presentan distintas actuaciones que ayudarían a mejorar la transparencia y competitividad del sector:

– Fortalecimiento de la Unidad Logística para la supervisión, desarrollo, implantación y actualización de la Estrategia Logística de España.

– Establecimiento de foros de diálogo y grupos de trabajo con participación de las distintas administraciones y los principales agentes del sector logístico empresarial.

– Supervisión de la evolución del mercado del transporte y la logística, identificando posibles restricciones a la competencia en los servicios, para proceder a su eliminación progresiva.

– Impulso a la liberalización del transporte ferroviario de mercancías.

1.6.6.8.- Programa de gestión y prestación de servicios

- ***Mejora de la eficiencia de los servicios de transporte de mercancías***

Con objeto de maximizar la utilización de las infraestructuras y favorecer la coordinación y complementariedad entre los distintos modos de transporte, se propone mejorar la eficiencia de los servicios de mercancías.

A continuación se presentan algunos ejemplos distintas líneas de actuación para mejorar la eficiencia de los servicios de transporte de mercancías, agrupadas por sectores:

- ***Transporte por carretera***

– Optimización de los servicios de transporte de mercancías por carretera mediante la racionalización de rutas.

– Impulso de las buenas prácticas en la logística de distribución urbana de mercancías.

– Fomento de la colaboración y concentración de las empresas del sector para globalizar la oferta de servicios y la comercialización de los mismos.

– Análisis de las capacidades y dimensiones de los vehículos pesados de carretera según las necesidades de la cadena logística internacional.

– Coordinación y homogeneización de los calendarios autonómicos de restricción al tráfico de vehículos pesados en el conjunto del territorio español.

- ***Transporte ferroviario***

– Desarrollo de "*Autopistas Ferroviarias*" entre los principales nodos logísticos nacionales e internacionales.

– Potenciación de los surcos ferroviarios preferentes para mercancías y revisión de las preferencias de paso de los trenes de mercancías en el entorno de los grandes núcleos urbanos.

- ***Transporte marítimo***

– Mejora de la competitividad de los puertos mediante la reducción de las tasas portuarias y otras medidas encaminadas a optimizar la relación calidad/precio de la oferta portuaria.

– Puesta en servicio de nuevas "*Autopistas del Mar*" y continuación con el desarrollo del programa de ayudas estatales en combinación con fondos europeos para estimular el uso de las mismas.

– Potenciación del transporte marítimo de corta distancia mediante la minimización de las barreras administrativas y el acercamiento entre los distintos agentes, marítimos y terrestres.

- ***Transporte aéreo***

– Revisión de tasas aeroportuarias de la actividad de carga, con el objetivo de adecuar los costes logísticos de las empresas y aumentar la competitividad de los aeropuertos.

– Fomento de la competitividad en la prestación de los servicios de handling.

– Reducción de los costes de la cadena logística entre los operadores presentes en los Centros de Carga Aérea, mediante la mejora de las condiciones comerciales.

– Potenciación de los servicios de carga aérea en los principales aeropuertos (Madrid, Barcelona, Zaragoza, Vitoria, Valencia) y en los territorios insulares.

- ***Transporte multimodal***

– Implantación de programas nacionales para la promoción del transporte multimodal, que hagan factible conjugar el transporte por carretera con otros modos de transporte, como el marítimo y el ferroviario.

– Establecimiento de nuevos modelos de promoción y gestión de terminales intermodales.

– Promoción de contratos de calidad en el transporte multimodal de mercancías entre cargadores, empresas de transporte y operadores logísticos.

- ***Simplificación de trámites administrativos***

Para reducir los tiempos y costes del transporte de mercancías, aumentando así su competitividad, se propone agilizar los procesos administrativos requeridos en el sector.

– Agilización de trámites administrativos y controles (aduaneros, fitosanitarios, etc.) asociados al flujo de mercancías, armonizando la documentación necesaria para los distintos modos, con el mínimo soporte papel y la mínima gestión física. Desarrollo del concepto de "*ventanilla única*".

– Impulso a la homogeneización a nivel europeo de las condiciones aduaneras y fiscales en relación al transporte marítimo de mercancías, de manera que se garantice la igualdad de las condiciones de competencia de los puertos españoles frente al resto de puertos europeos.

– Diseño y promoción de sistemas integrados para la contratación de servicios logísticos y de transporte multimodal de mercancías, especialmente a nivel internacional.

- ***Implantación del uso de nuevas tecnologías en el sector logístico***

Con el fin de mejorar la eficiencia, calidad y seguridad en el sector logístico español, se propone favorecer la introducción de nuevas tecnologías.

– Fomento del empleo de **Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs)** en ciertos sectores y modos de transporte, compatibles entre todos los eslabones de la cadena logística, para el seguimiento y la trazabilidad de las mercancías a lo largo de toda la cadena de transporte, mediante la introducción de ayudas y/o ventajas fiscales.

– Implantación de sistemas informáticos de gestión de instalaciones logísticas ferroviarias y de información a los clientes.

1.6.6.9.- Programa de actuación inversora

Este programa de actuaciones inversoras se estructura en tres subprogramas, respectivamente de mejora de las conexiones ferroviarias, mejora de los accesos terrestres a los puertos, y de Terminales logísticas y otras actuaciones sobre el Mapa Logístico.

Se describen a continuación las líneas de actuación pertenecientes a estos tres subprogramas.

En el actual contexto económico, y de limitación de los recursos y capacidad inversora del sector público, y ante el hecho de disponer de una red de transporte consolidada, se impone una orientación del ritmo inversor hacia una planificación más acorde a la evolución real de la demanda.

En el programa se desarrollan las correspondientes actuaciones inversoras, estructuradas en torno a los elementos clave de transporte intermodal: la adecuación de las infraestructuras de los diferentes modos, y su articulación a través de los nodos de conexión.

Las actuaciones definidas sobre las redes de infraestructuras lineales que contribuyen al desarrollo de la intermodalidad en el transporte de mercancías se centran en:

– El desarrollo de la infraestructura de transporte de mercancías por ferrocarril, para la configuración de un sistema plenamente interoperable en relación a los estándares y la planificación europea, priorizando su implantación en los principales corredores: adecuación al ancho de vía europeo, capacidad de trenes de hasta 750 m de longitud, adaptación de gálibos y entrejes, modernización de instalaciones y sistemas de seguridad, etc.

– Se mejorará asimismo la accesibilidad ferroviaria a los nodos terrestres de generación de cargas, como los Centros de Transporte y Plataformas Logísticas y los principales enclaves industriales. También se priorizarán las conexiones con los países vecinos, considerando tanto las instalaciones propiamente fronterizas como su entorno logístico.

– La mejora de la accesibilidad terrestre a los puertos, tanto en lo que respecta a los accesos viarios como a los ferroviarios. Las actuaciones contemplarán la adecuación de los accesos viarios y ferroviarios existentes así como, en cuanto sea necesario, la creación de otros nuevos.

– La mejora de la accesibilidad terrestre a los puertos incluirá también la modernización de las instalaciones ferroviarias interiores a los mismos. Se reforzarán para ello los mecanismos e instrumentos de coordinación de la planificación y ejecución de las correspondientes inversiones entre todos los agentes y entidades del Ministerio de Fomento.

1.6.6.10.-Estimación económica del programa de actuación inversora

La estimación económica de las líneas de actuación pertenecientes al programa de actuación inversora responde a la cuantificación de las actuaciones correspondientes en el **Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI),** que se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 14. Estimación de inversiones del programa de actuación inversora

Programa de actuación inversora		Inversión estimada (M€)
Mejora de las conexiones ferroviarias	Ancho UIC	2.800
	Vías de apartado	100
	Otras actuaciones	450
	Total	3.350
Mejora de los accesos terrestres a los puertos	Accesos viarios	700
	Accesos ferroviarios	600
	Total	1.300
Terminales logísticas y otras actuaciones sobre el Mapa Logístico		3.000
TOTAL		**7.650**

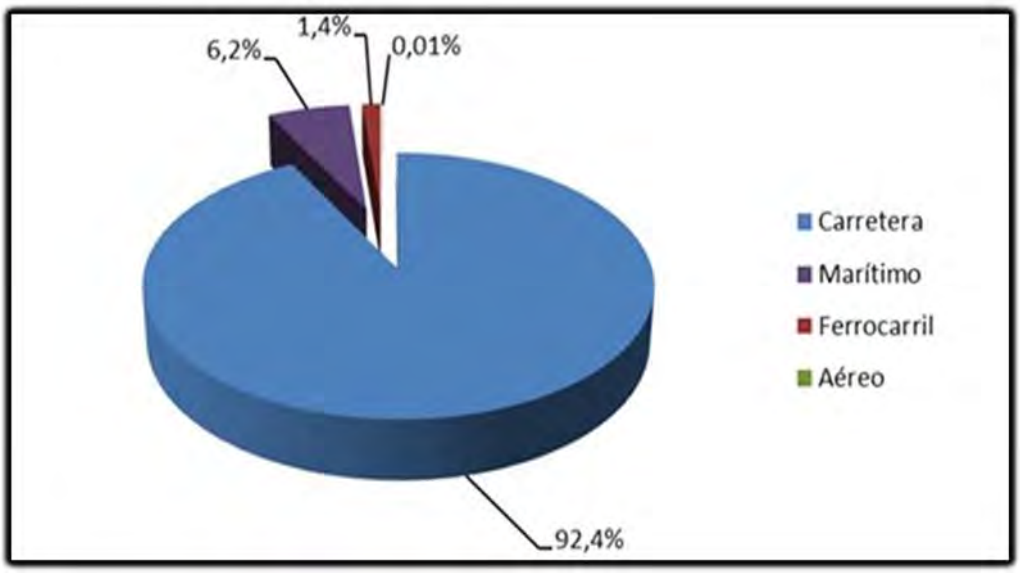
Fuente: Ministerio de Fomento

1.7.- DEMANDA DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA

El transporte juega un papel fundamental en la actividad logística, tanto a escala nacional como internacional. Es necesario contar con un sistema de transporte multimodal, que permita conectar los puntos que configuran el entramado económico de la sociedad, desde las grandes ciudades a los centros y parques logísticos o los polígonos empresariales e industriales.

En el año 2011, el tráfico interior de mercancías en España superó los 1.500 millones de toneladas. Estas mercancías fueron transportadas a través de las carreteras, ferrocarriles, aeropuertos de la red de AENA y Autoridades Portuarias del Sistema Portuario de Interés General. Entre estos cuatro modos de transporte destacó por encima de todos la carretera, con una cuota superior al 92%, seguido por el modo marítimo (6,2%), el transporte ferroviario (1,4%) y el transporte aéreo (0,01%).

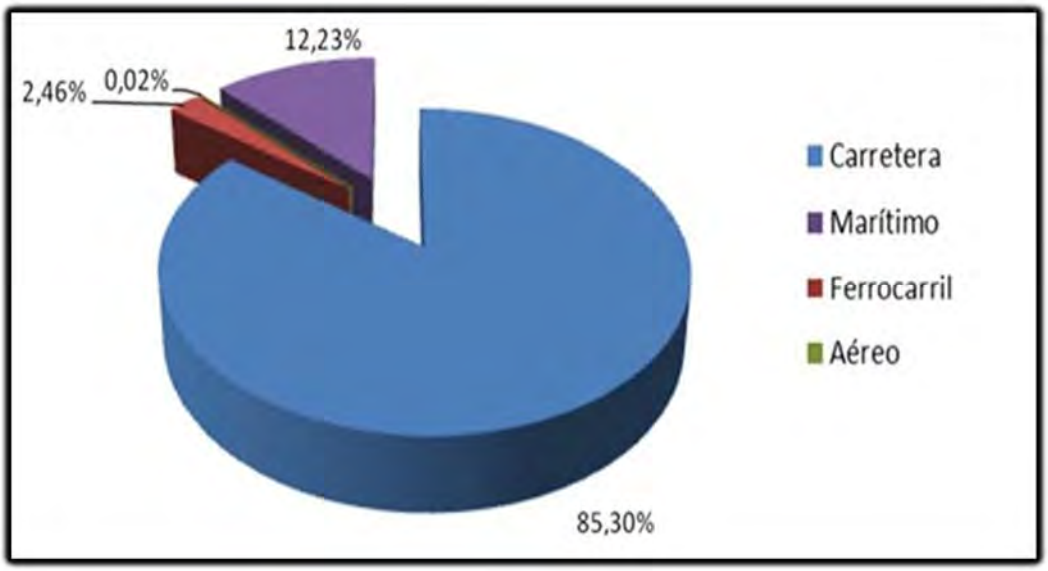
Gráfico 68. Distribución modal del transporte interior de mercancías en España (% en t, año 2011)



Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera 2011, Observatorio del Ferrocarril en España, AENA y Puertos del Estado

Según los datos recogidos en el PITVI, el tráfico interior de mercancías en el año 2011 fue de 310.864 millones de toneladas-km, continuando la carretera como modo de transporte predominante (85,3% del total), seguido a gran distancia por el transporte marítimo (12,23 %), el ferrocarril (2,46%) y el transporte aéreo (0,02%).

Gráfico 69. Distribución modal del transporte interior de mercancías en España (% en t-km, año 2011)



Fuente: PITVI – Ministerio de Fomento

Fotografía 43. Tren carbonero con locomotora 333.357.2 cruzando el puente sobre el río Guadálmez. (Ciudad Real)

Fuente: Javier Rubio

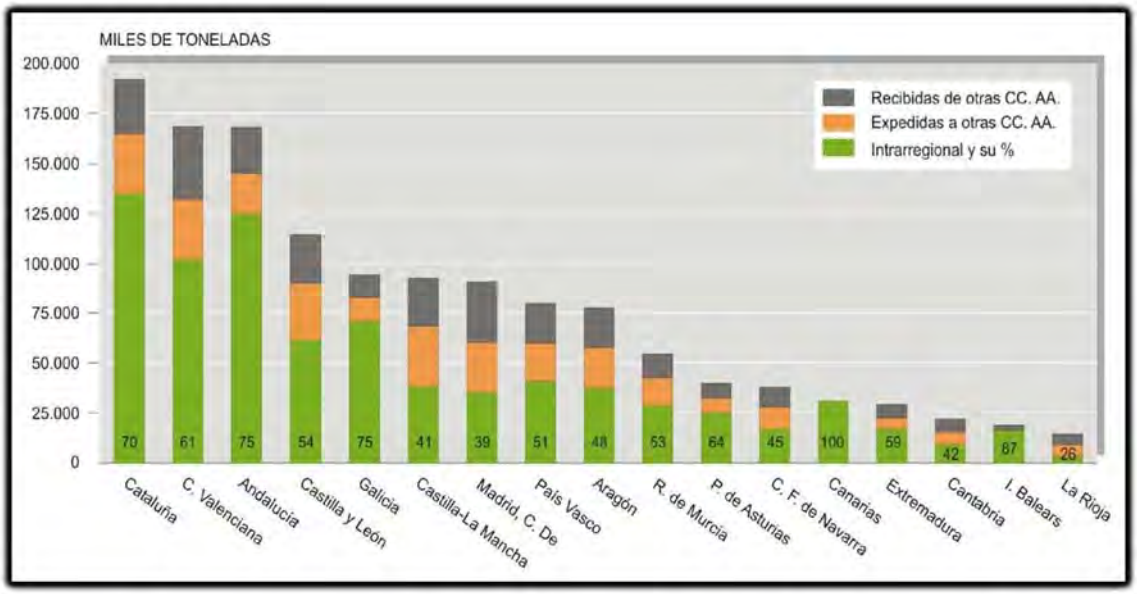
1.8.- TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR CARRETERA EN ESPAÑA

Dentro del transporte de mercancías por carretera es fundamental profundizar sobre el volumen y la actividad que realizan las empresas.

El estudio del transporte de mercancías se aborda a partir de los últimos datos de la **Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera de 2013. (EPTMC)**

En el siguiente gráfico se muestra tanto el volumen de actividad intrarregional como los flujos de mercancías en miles de toneladas que cada comunidad autónoma recibe y expide. Extremadura sólo supera a tres comunidades autónomas, representando el 59% de su tráfico el transporte de mercancías por carretera intrarregional, seguido del recibido de otras CCAA (22,5%) y del expedido (18,5%).

Gráfico 70. Distribución del transporte interior según CCAA



Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. 2013

Desde el punto de vista del número de operaciones, a nivel interno, el 71% correspondieron al transporte intrarregional, categoría dentro de la cual el 70% correspondió al transporte intermunicipal. A escala global, el transporte interregional supuso el 29% del transporte interior, representando en términos totales un 15% las operaciones de recepción de mercancías de otras CCAA y un 14% el expedido.

Un análisis más amplio, que incluye las actividades de transporte internacional, ofrece la siguiente distribución por operaciones: intrarregional (69,5%), interregional (28,5%) e internacional (2%).

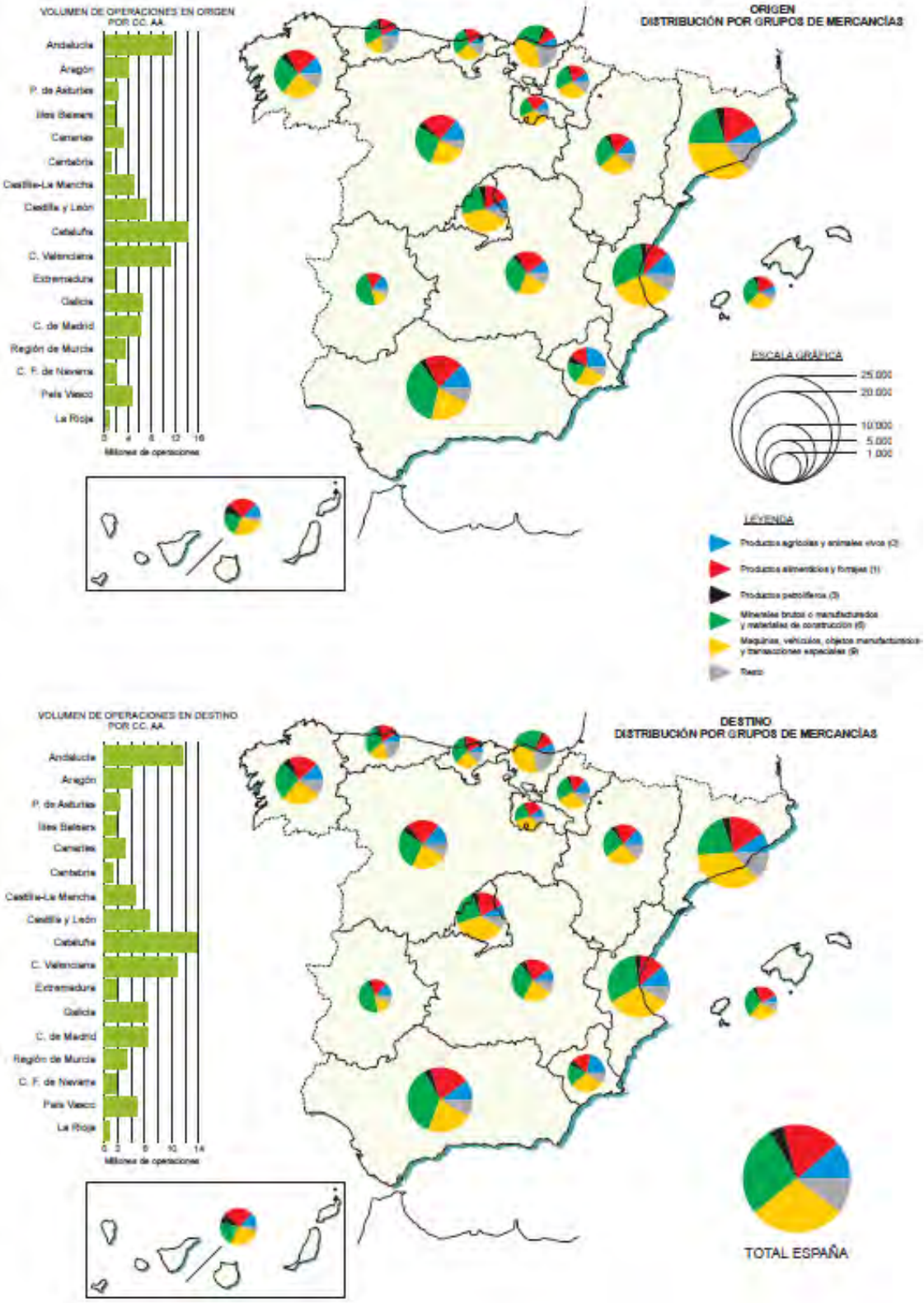
Tabla 15. Operaciones de transporte según tipo de desplazamiento por CCAA

Comunidad Autónoma	Tipo de desplazamiento						
	Transporte intrarregional			Transporte interregional		Transporte internacional	
	Total	Intra-municipal	Inter-municipal	Recibido de otras CC.AA.	Expedido a otras CC.AA	Recibido	Expedido
TOTAL	**127.268.959**	**32.858.303**	**94.410.656**	**25.349.034**	**25.349.034**	**2.033.564**	**2.298.054**
Andalucía	19.212.423	6.094.900	13.117.524	1.918.676	1.811.568	156.308	254.962
Aragón	5.451.717	2.029.350	3.422.367	1.757.171	1.718.072	130.451	136.513
Asturias, Principado de	3.709.252	1.085.692	2.623.560	642.804	608.264	19.927	25.193
Balears, Illes	3.126.234	1.338.168	1.788.066	138.845	117.412	.	.
Canarias	5.843.305	1.612.589	4.230.715	.	.	.	.
Cantabria	1.589.259	324.458	1.264.802	634.874	655.593	30.964	25.183
Castilla-La Mancha	5.933.842	1.803.962	4.129.880	2.932.239	2.998.451	70.928	61.906
Castilla y León	10.103.784	2.447.066	7.656.718	2.410.301	2.366.539	100.106	107.615
Cataluña	21.496.046	2.958.044	18.538.001	2.252.229	2.433.157	672.406	588.011
Comunidad Valenciana	15.459.093	3.355.464	12.103.629	3.062.707	3.095.382	169.436	343.080
Extremadura	2.850.086	850.770	1.999.316	604.910	563.378	39.038	45.286
Galicia	10.714.491	2.530.509	8.183.982	951.275	922.619	139.449	155.531
Madrid, Comunidad de	7.812.330	2.049.630	5.762.700	3.003.246	3.063.129	132.697	75.163
Murcia, Región de	4.374.155	2.087.393	2.286.762	1.527.073	1.475.671	42.719	180.559
Navarra, C. Foral de	2.267.389	546.669	1.720.720	1.100.183	1.090.205	98.706	92.048
País Vasco	6.552.375	1.426.909	5.125.467	1.762.539	1.763.780	213.147	188.733
Rioja, La	645.621	189.173	456.447	637.473	655.565	16.740	18.271
Ceuta y Melilla	127.556	127.556	-	12.489	10.250	543	.

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. 2013

En el siguiente gráfico, se muestra el volumen de operaciones por CCAA, por origen/ destino y por tipología de productos transportados.

Gráfico 71. Origen y destino por volumen de operaciones



Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. 2013

Por toneladas transportadas y tipo de desplazamiento, destaca el transporte intrarregional (57%, primando dentro de esta categoría el intermunicipal con un 75% del total), seguido del interregional (40%) y el internacional con un 3%. Lo más destacado es el saldo positivo experimentado en el transporte internacional en el año 2013.

Tabla 16. Toneladas transportadas según tipo de desplazamiento por CCAA

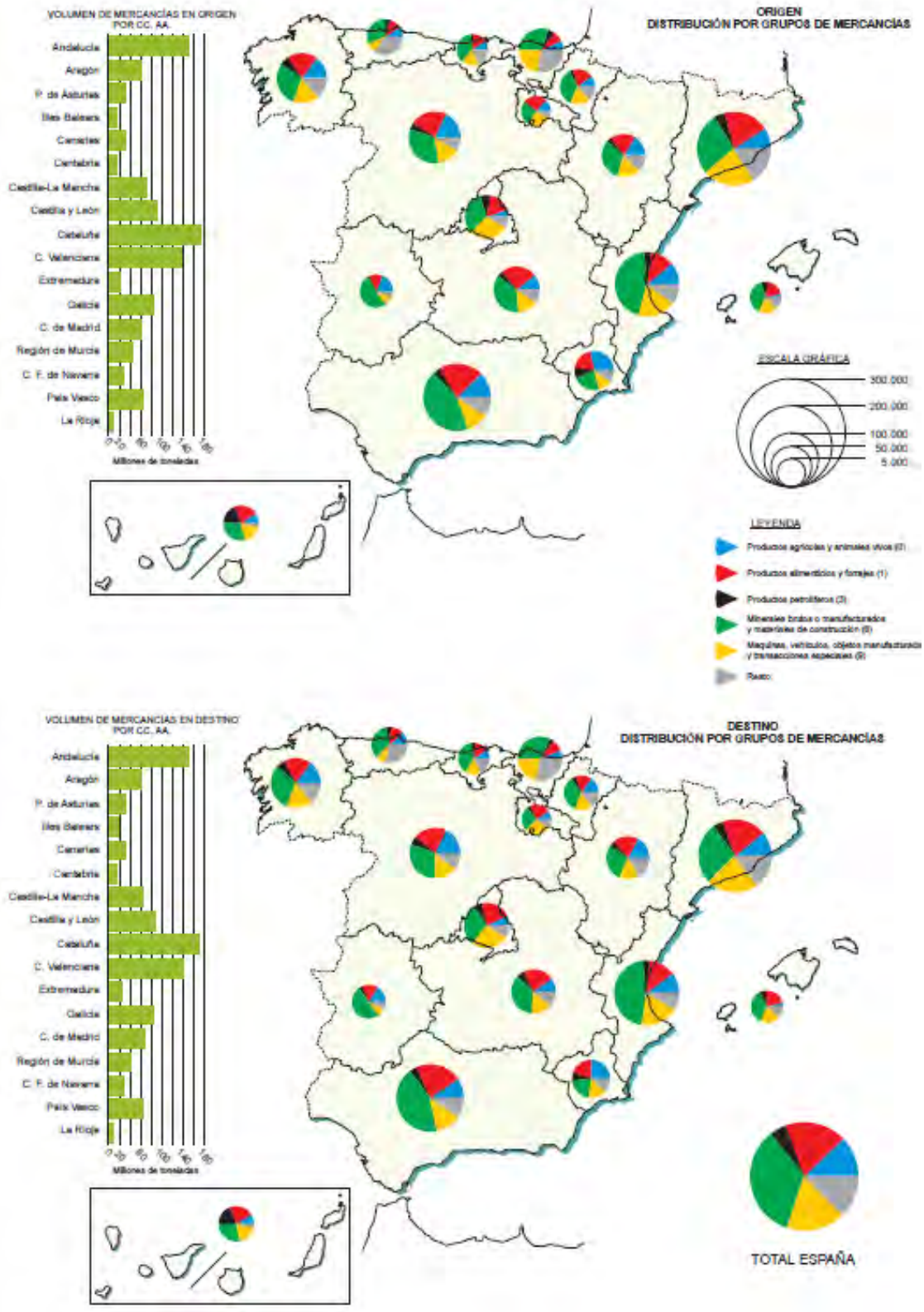
(Miles de tn)

Comunidad Autónoma	Tipo de desplazamiento						
	Transporte intrarregional			Transporte interregional		Transporte internacional	
	Total	Intra-municipal	Inter-municipal	Recibido de otras CC.AA.	Expedido a otras CC.AA	Recibido	Expedido
TOTAL	**794.622**	**187.811**	**606.811**	**265.049**	**265.049**	**24.311**	**32.103**
Andalucía	125.147	32.769	92.378	22.574	20.254	1.877	3.994
Aragón	37.367	13.293	24.074	19.691	20.269	2.200	1.969
Asturias, Principado de	25.179	8.366	16.813	7.245	7.126	262	436
Balears, Illes	16.121	7.379	8.742	2.115	304	.	.
Canarias	30.859	8.120	22.739	.	.	.	.
Cantabria	9.136	1.251	7.885	6.219	6.379	591	485
Castilla-La Mancha	38.204	8.803	29.401	24.415	30.238	945	1.063
Castilla y León	61.376	13.368	48.008	24.462	28.778	1.159	1.639
Cataluña	135.256	18.008	117.249	27.103	29.666	7.443	7.542
Comunidad Valenciana	102.015	21.462	80.553	35.855	30.392	2.199	4.827
Extremadura	17.031	4.284	12.746	6.524	5.413	452	509
Galicia	70.850	14.106	56.744	11.471	11.997	1.200	1.919
Madrid, Comunidad de	35.297	9.412	25.885	30.702	24.909	1.854	930
Murcia, Región de	28.613	12.859	15.754	11.565	13.917	605	2.638
Navarra, C. Foral de	16.982	4.357	12.625	9.831	10.980	1.131	1.324
País Vasco	40.922	8.395	32.527	19.818	18.981	2.092	2.563
Rioja, La	3.669	981	2.688	5.256	5.444	299	265
Ceuta y Melilla	597	597	-	202	2	4	.

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. 2013

En el siguiente gráfico se muestra el origen /destino del volumen de mercancías por CCAA.

Gráfico 72. Origen y destino por volumen de mercancías



Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. 2013

Por toneladas-Kilómetro, prima el transporte interregional con un 76,3%, seguido del internacional (11,4%) y del intrarregional (12,3%).

Tabla 17. Toneladas-kilómetro producidas según tipo de desplazamiento por CCAA

(Millones de Tn-km)

	Tipo de desplazamiento						
	Transporte intrarregional			Transporte interregional		Transporte internacional	
Comunidad Autónoma	**Total**	**Intra-municipal**	**Inter-municipal**	**Recibido de otras CC.AA.**	**Expedido a otras CC.AA**	**Recibido**	**Expedido**
TOTAL	**34.485**	**1.377**	**33.108**	**92.380**	**92.380**	**24.078**	**35.548**
Andalucía	7.439	236	7.203	11.611	10.483	2.532	6.349
Aragón	1.365	113	1.251	5.509	5.725	1.814	1.936
Asturias, Principado de	652	52	600	2.243	2.668	301	413
Balears, Illes	343	57	285	260	43	.	.
Canarias	889	54	835	.	.	.	.
Cantabria	215	5	210	1.731	1.892	421	468
Castilla-La Mancha	1.972	55	1.917	6.349	7.694	1.242	1.255
Castilla y León	3.113	94	3.018	7.980	9.234	1.128	1.441
Cataluña	6.541	127	6.413	12.778	13.224	6.185	6.096
Comunidad Valenciana	4.238	137	4.102	12.455	10.654	3.047	6.659
Extremadura	631	35	596	2.267	1.954	214	466
Galicia	3.311	95	3.215	6.162	6.505	900	1.460
Madrid, Comunidad de	933	101	833	9.292	8.091	2.672	1.094
Murcia, Región de	903	118	784	3.580	3.848	960	4.471
Navarra, C. Foral de	486	34	452	2.408	2.728	837	1.243
País Vasco	1.351	46	1.304	6.545	6.255	1.565	1.926
Rioja, La	101	12	89	1.138	1.381	251	272
Ceuta y Melilla	3	3	-	71	2	10	.

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. 2013

El análisis origen-destino por CCAA muestra las relaciones en el flujo de mercancías entre Extremadura y el resto, que fundamentalmente se concentra en siete CCAA.

Finalmente, cabe destacar el carácter estratégico en los tráficos transfronterizos de Extremadura. Así, el Eje Caia-Badajoz concentró un paso de 1.706 camiones en frontera, el 30,5% del tráfico diario entre España y Portugal, sólo por detrás del corredor Valença-Tui con 2.003 camiones, y que supone el 35,8% del total de los 5.600 vehículos pesados que a diario circulan entre España y Portugal.

Gráfico 73. Intensidad media diaria de camiones entre España y Portugal

Fuente: Observatorio Transfronterizo de España y Portugal (OTEP). 2013

1.9.- TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR CARRETERA EN EXTREMADURA

Es el sector primario uno de los recursos más importantes de Extremadura. La producción primaria constituye la materia prima de la industria agroalimentaria de la región, actividad con un acentuado peso en el comercio exterior de la región. Son las industrias de este ramo las principales usuarias potenciales del corredor ferroviario analizado.

Según la **Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera del Ministerio de Fomento** el movimiento de mercancías con origen o destino Extremadura por carretera son las siguientes (se diferencia entre viajes en carga y viajes en vacío).

Tabla 18. Operaciones de transporte de mercancías (operaciones) con carga según tipo de desplazamiento en Extremadura (2013)

Intrarregional			
Año	**Total**	**Intra-municipal**	**Inter-municipal**
2013	2.850.086	850.770	1.999.316
Interregional			
Año	**Total**	**Recibido de otras CCAA**	**Expedido a otras CCAA**
2013	1.168.288	604.910	563.378
Internacional			
Año	**Total**	**Recibido**	**Expedido**
2013	84.324	39.038	45.286

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento

Tabla 19. Operaciones de transporte de mercancías (operaciones) en vacío según tipo de desplazamiento en Extremadura (2013)

Intrarregional			
Año	**Total**	**Intra-municipal**	**Inter-municipal**
2013	1.446.167	423.757	1.022.410
Interregional			
Año	**Total**	**Recibido de otras CCAA**	**Expedido a otras CCAA**
2013	395.507	172.761	222.746
Internacional			
Año	**Total**	**Recibido**	**Expedido**
2013	29.815	15.516	14.299

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento

Tabla 20. Cantidades de mercancías transportadas por carretera (miles t) según tipo de desplazamiento en Extremadura (2013)

Intrarregional			
Año	**Total**	**Intra-municipal**	**Inter-municipal**
2013	17.031	4.284	12.746
Interregional			
Año	**Total**	**Recibido de otras CCAA**	**Expedido a otras CCAA**
2013	11.937	6.524	5.413
Internacional			
Año	**Total**	**Recibido**	**Expedido**
2013	961	452	509
TOTAL 2013	**29.929**		

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento

De las tablas anteriores se puede concluir que solo 3,20% de los movimientos de mercancías por carretera tienen origen o destino internacional, siendo las de ámbito nacional el 39,82% y regional el 56,98% restante.

Para el análisis de los orígenes y destinos nacionales se analizan los datos recogidos en las tablas siguientes.

Tabla 21. Operaciones de transporte de mercancías por carretera desde Extremadura hasta las Comunidades Autónomas (2013)

Comunidad autónoma	Cargado	Vacío	Total	% vacíos
Andalucía	254.508	112.632	367.140	30,68%
Aragón	2.792	832	3.624	22,96%
Asturias, P. de	2.525		2.525	
Cantabria	1.311		1.311	
Castilla-La Mancha	96.050	48.083	144.133	33,36%
Castilla y León	75.184	30.594	105.778	28,92%
Cataluña	15.117		15.117	
Comunidad Valenciana	22.534	2.073	24.607	8,42%
Galicia	7.605	517	8.122	6,37%
Madrid, C. de	67.190	24.296	91.486	26,56%
Murcia, R de	8.404	3.180	11.584	27,45%
Navarra, C. F de	2.549	537	3.086	17,40%
País Vasco	5.690		5.690	
Rioja, La	1.416		1.416	
Total	562.875	222.744	785.619	28,35%

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento

Tabla 22. Operaciones de transporte de mercancías por carretera hasta Extremadura desde las Comunidades Autónomas (2013)

Comunidad autónoma	Cargado	Vacío	Total	% vacíos
Andalucía	276.131	96.703	372.834	25,94%
Aragón	5.870		5.870	
Asturias, P. de	4.908	404	5.312	7,61%
Cantabria	2.413	388	2.801	13,85%
Castilla-La Mancha	103.953	30.966	134.919	22,95%
Castilla y León	73.758	29.641	103.399	28,67%
Cataluña	10.644	958	11.602	8,26%
Comunidad Valenciana	25.540	1.526	27.066	5,64%
Galicia	4.901	393	5.294	7,42%
Madrid, C. de	73.218	11.783	85.001	13,86%

Murcia, R de	14.420		14.420	
Navarra, C. F de	2.027		2.027	
País Vasco	4.113		4.113	
Rioja, La	3.015		3.015	
Total	604.911	172.762	777.673	22,22%

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento

Tabla 23. Cantidades transportadas de mercancías por carretera (miles t) desde Extremadura hasta las Comunidades Autónomas (2013)

Comunidad autónoma	Cantidad
Andalucía	2.254
Aragón	40
Asturias, P. de	36
Cantabria	20
Castilla-La Mancha	703
Castilla y León	578
Cataluña	294
Comunidad Valenciana	442
Galicia	142
Madrid, C. de	620
Murcia, R de	99
Navarra, C. F de	45
País Vasco	98
Rioja, La	30
Total	5.513

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento

Tabla 24. Cantidades transportadas de mercancías (miles t) hasta Extremadura desde las Comunidades Autónomas (2013)

Comunidad autónoma	Cargado
Andalucía	2.892
Aragón	116
Asturias, P. de	95
Cantabria	7
Castilla-La Mancha	25
Castilla y León	676
Cataluña	180
Comunidad Valenciana	265
Galicia	89
Madrid, C. de	715
Murcia, R de	120
Navarra, C. F de	48
País Vasco	79
Rioja, La	15
Total	6.524

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento

Se muestra a continuación la estadística sobre el concepto t·km. Este parámetro se calcula para cada operación de transporte multiplicando las toneladas transportadas por el número de kilómetros recorridos.

En el caso particular de operaciones de transporte de recogida y distribución, con objeto de obtener una estimación más aproximada de las toneladas-kilómetro, según la metodología de las encuestas sobre transporte utilizadas como fuente, el producto de las toneladas por los kilómetros recorridos se ha dividido entre dos.

Tabla 25. Cantidades de mercancías y distancias transportadas (millones de t·km) desde Extremadura hasta las Comunidades Autónomas (2013)

Comunidad autónoma	Cantidad
Andalucía	486
Aragón	27
Asturias, P. de	21
Cantabria	11
Castilla-La Mancha	207
Castilla y León	186
Cataluña	272
Comunidad Valenciana	263

Galicia	93
Madrid, C. de	200
Murcia, R de	63
Navarra, C. F de	30
País Vasco	71
Rioja, La	20
Total	1.954

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento

Tabla 26. Cantidades de mercancías y distancias transportadas (millones de t·km) hasta Extremadura desde las Comunidades Autónomas (2013)

Comunidad autónoma	Cargado
Andalucía	726
Aragón	79
Asturias, P. de	62
Cantabria	4
Castilla-La Mancha	333
Castilla y León	245
Cataluña	163
Comunidad Valenciana	168
Galicia	60
Madrid, C. de	250
Murcia, R de	78
Navarra, C. F de	31
País Vasco	58
Rioja, La	9
Total	2.267

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento

A la vista de los datos de la tabla siguiente se aprecia una clara evolución descendente de las cantidades transportadas en los últimos tres años.

Tabla 27. Cantidades de mercancías transportadas (miles de t), según tipo de desplazamiento, con origen o destino en Extremadura

Intrarregional			
Año	**Total**	**Intra-municipal**	**Inter-municipal**
2013	17.030,53	4.284,06	12.746,47
2012	25.277,66	11.195,83	14.081,83
2011	28.117,45	9.682,38	18.435,07
Interregional			
Año	**Total**	**Recibido**	**Expedido**
2013	11.936,97	6.523,71	5.413,26
2012	13.679,36	8.101,01	5.578,34
2011	13.948,28	8.118,53	5.829,75
Internacional			
Año	**Total**	**Recibido**	**Expedido**
2013	960,81	452,05	508,76
2012	1.129,89	454,65	675,25
2011	891,51	340,57	550,94

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento

Tabla 28. Mercancías totales (miles de t) movidas por carretera en Extremadura. Año 2013

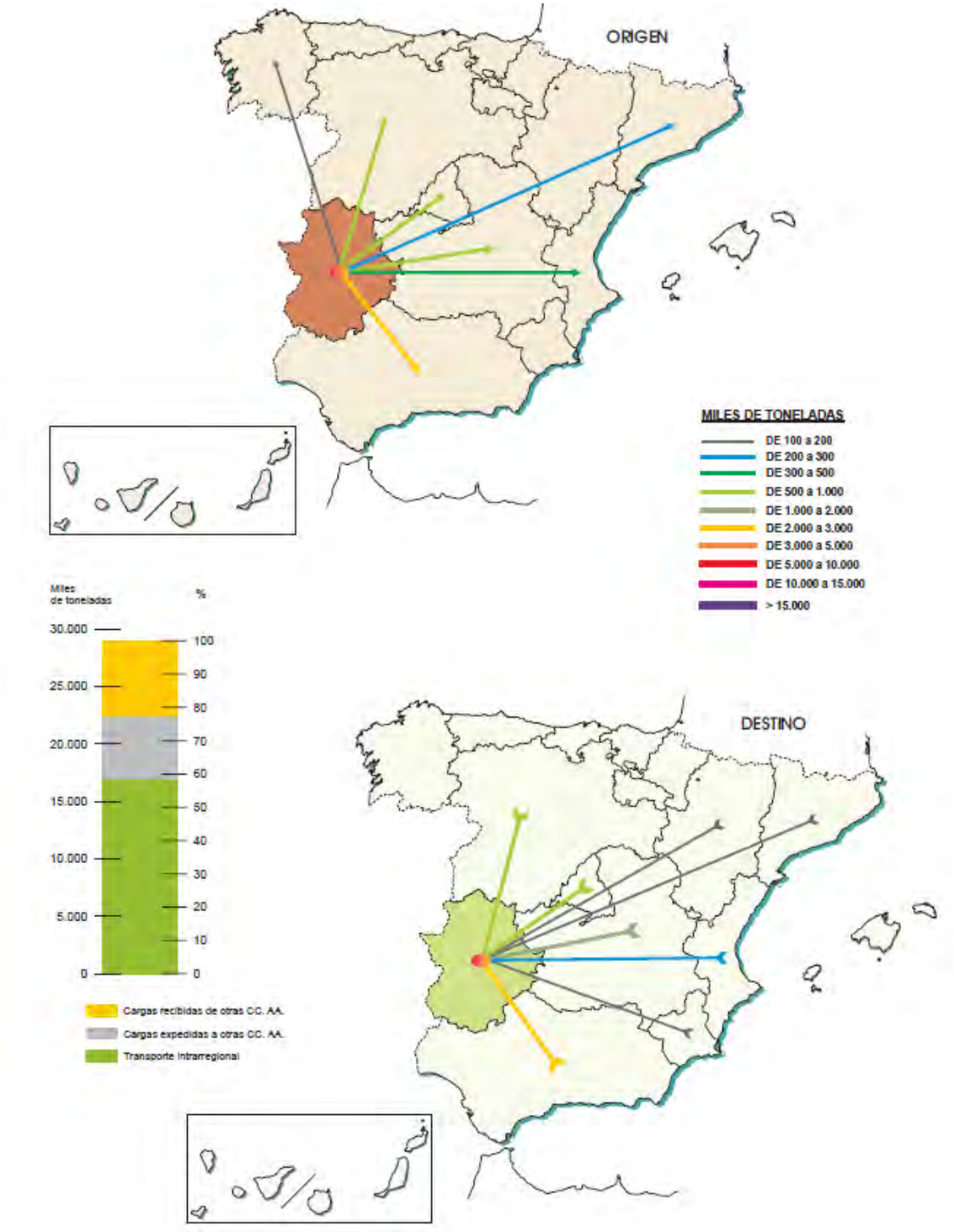
Mercancías en miles de t	Cantidad
Intramuniciopal	17.030,53
Interregional	11.936,97
Internacional	960,81
Total	**29.928,31**

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento

El total de las mercancías movidas por carretera en Extremadura en el año 2013 ha ascendido por tanto a la cantidad de 29.928.310 t.

Se muestra a continuación un gráfico que ilustra las cantidades trasportadas desde Extremadura el resto de España y viceversa. Destaca el intercambio de mercancías en Extremadura se produce principalmente con Andalucía.

Gráfico 74. Origen y destino de mercancías entre Extremadura y el resto de CCAA



Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. 2013

Ampliando el análisis de los movimientos de mercancías por carretera en Extremadura hasta los orígenes y destinos internacionales, cabe destacar en primer lugar su bajo peso sobre el total, tan solo el 3,20%.

El movimiento de mercancías que cruzan la frontera con Portugal, según datos del Observatorio Transfronterizo España-Portugal 2013 en el año 2011 fueron 21.031.000 t las que cruzaron la frontera en modo viario. Corresponde al paso fronterizo de Caia (en Badajoz) una media de 1.706 operaciones/diarias con camión. Según el **Proyecto Hermes**[18] los movimientos de mercancías más importantes, fruto del comercio exterior de la región son los siguientes:

Tabla 29. Exportaciones de conservas de tomate (t) en 2012 desde Extremadura

País	Peso	Cantidad (t)
Reino unido	25,140%	57.162
Francia	19,474%	44.280
Portugal	16,727%	38.032
Alemania	15,351%	34.905
Países Bajos	10,042%	22.833
Bélgica	3,474%	7.899
Suecia	2,835%	6.445
Japón	2,596%	5.903
Italia	2,579%	5.863
Rusia	1,783%	4.053
Total	100,000%	227.375

Fuente: Proyecto Hermes

El origen de estas mercancías son las distintas industrias del tomate que ocupan las Vegas del Guadiana. De las exportaciones de tomate, el 93,71% de las mercancías son movidas por carretera.

[18] ACENVEX, Cluster, del Envase, Transporte, Logística y Mercancías de Extremadura y CETIEX, Centro Tecnológico Industrial de Extremadura

Tabla 30. Exportaciones de aceite (t) en 2012 desde Extremadura

País	Peso	Cantidad (t)
Italia	85,768%	8.083.189
Portugal	14,225%	1.340.622
Venezuela	0,002%	145
Brasil	0,001%	115
Chima	0,001%	87
Alemania	0,001%	73
Bélgica	0,001%	73
Francia	0,001%	63
Andorra	0,001%	56
Irlanda	0,001%	54
Total	100,000%	9.424.477,00

Fuente: Proyecto Hermes

El origen de estas mercancías está bien distribuido por la región, destacando tres zonas principales, Tierra de Barros, Monterrubio de la Serena y Las Hurdes. De estas solo las dos primeras están en el área de influencia del proyecto

Las exportaciones de aceite un utilizan el ferrocarril, siendo el 91,94% de las mercancías movidas por carretera.

Otro producto que destaca en el comercio exterior extremeño es la aceituna de mesa.

Tabla 31. Exportaciones de aceitunas preparadas (t) en 2012 desde Extremadura

País	Peso	Cantidad (t)
Rusia	44,458%	18.894
Alemania	12,174%	5.174
Italia	9,523%	4.047
Canadá	8,123%	3.452
Polonia	6,075%	2.582
Estados Unidos	5,047%	2.145
Ucrania	4,788%	2.035
Bielorrusia	4,320%	1.836
Reino Unido	2,986%	1.269
Argelia	2,506%	1.065
Total	100,000%	42.499

Fuente: Proyecto Hermes

El origen dentro de la región de las aceitunas elaboradas está en Tierra de Barros en la comarca de Badajoz y también en el norte de la provincia de Cáceres.

En cuanto al modo de transporte, el camión acapara el 37,09% y el ferrocarril sólo el 0,16%.

Tabla 32. Exportaciones de vino (t) en 2012 desde Extremadura

País	Peso	Cantidad (t)
Italia	213,951%	90.927
Portugal	179,804%	76.415
Francia	27,956%	11.881
Alemania	12,683%	5.390
Togo	7,464%	3.172
Reino Unido	6,064%	2.577
Canadá	4,362%	1.854
Angola	3,930%	1.670
Burkina Faso	3,882%	1.650
Lituania	3,781%	1.607
Total	463,877%	197.143

Fuente: Proyecto Hermes

La principal zona productora del vino en la región en la comarca de Tierra de Barros y el general los espacios adscritos a la D.O. Ribera del Guadiana.

Las exportaciones de vinos se hacen masivamente en camión, con un 90,66%, y nada en ferrocarril.

A la vista de los datos anteriores queda claro que el transporte por carretera el que mayor peso tiene en la salida/entrada de mercancías en la región, y es Europa el principal punto de destino con un 92,01% del total de los productos analizados.

Las características técnicas del parque de camiones inciden de forma importante en las emisiones de CO_2. El parque móvil de camiones, según las estadísticas de la Dirección General de Tráfico tiene las siguientes características.

Tabla 33. Parque de camiones y furgonetas (ud.) por tipos de combustible en España

Año	Total	Gasolina	Diesel	Otros
2003	4.188.910	749.476	3.439.434	4.188.910
2004	4.418.039	737.024	3.681.015	4.418.039
2005	4.655.413	715.460	3.939.953	4.655.413
2006	4.910.257	696.698	4.213.186	4.910.257
2007	5.140.586	676.058	4.463.923	5.140.586
2008	5.192.219	653.143	4.538.399	5.192.219
2009	5.136.214	625.434	4.509.541	5.136.214
2010	5.103.980	602.843	4.499.419	5.103.980
2011	5.060.791	582.725	4.476.049	5.060.791
2012	4.984.722	568.587	4.413.826	4.984.722
Total	48.791.131	6.607.448	42.174.745	48.791.131

Fuente: Anuario 2012 de la Dirección General de Tráfico

Tabla 34. Antigüedad del parque de camiones (ud.) por carga útil en España

Año	Hasta 999 kg	De 1.000 a 1.499 kg	De 1.500 a 2.999 kg	De 3.000 a 4.999 kg.	De 5.000 a 6.999 kg.	De 7.000 a 9.999 kg.	Más de 10.00 kg	Total
Antes	61.599	59.216	29.371	24.548	13.396	17.856	33.193	239.179
1992	6.739	6.692	2.275	2.169	1.029	1.516	1.831	22.251
1993	7.003	4.226	1.509	1.311	699	917	911	16.576
1994	12.406	5.586	1.666	1.555	619	1.001	1.181	24.014
1995	25.833	7.658	2.270	1.917	950	1.341	1.322	41.291
1996	46.719	9.264	2.894	2.022	941	1.405	1.254	64.499
1997	70.994	13.112	4.123	2.524	1.270	1.935	1.874	95.832
1998	88.038	16.991	5.588	3.001	1.517	2.350	2.585	120.070
1999	107.630	21.010	6.954	3.481	1.980	3.232	3.803	148.090
2000	114.866	23.720	8.764	3.544	2.081	3.447	4.176	160.598
2001	112.872	22.069	7.770	3.667	2.149	3.618	4.729	156.874
2002	108.093	22.574	6.212	3.278	2.121	3.672	4.801	150.751
2003	125.992	29.825	6.219	3.388	2.089	3.892	5.675	177.080
2004	142.281	34.648	6.333	3.580	2.413	3.744	5.982	198.981
2005	166.750	36.253	7.063	3.852	2.709	4.395	6.561	227.583
2006	174.563	39.391	7.944	3.934	2.476	4.499	6.833	239.640
2007	171.069	36.208	8.858	3.991	2.745	4.638	6.887	234.396
2008	82.008	19.251	5.411	2.932	2.198	3.183	4.579	119.562
2009	58.340	11.943	3.569	1.370	1.041	1.268	1.644	79.175
2010	59.522	9.269	2.844	1.367	897	1.310	1.876	77.085
2011	49.184	6.170	1.535	1.415	834	1.154	1.506	61.798
2012	31.665	3.766	2.779	1.176	577	714	902	41.579
Total	1.824.166	438.842	131.951	80.022	46.731	71.087	104.105	2.696.904

Fuente: Anuario 2012 de la Dirección General de Tráfico

Fotografía 44. Camión realizando un servicio de transporte por carretera

Fuente: Joao Franco

1.10.- TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR FERROCARRIL EN ESPAÑA

En relación al transporte por ferrocarril en España, la reforma del sector ferroviario[19] en el ordenamiento jurídico español, modificó dos conceptos básicos, en primer lugar la separación de las actividades de administración de la infraestructura y de explotación de servicios, y en segundo lugar la progresiva apertura del transporte ferroviario a la competencia.

La división de Renfe se hizo efectiva el 1 de enero de 2005 entre dos empresas:

1) **Adif:** propietaria de la infraestructura y encargada de su gestión, que proporciona sus servicios a cualquier operador ferroviario que los solicite. Es una entidad pública empresarial dependiente del Ministerio de Fomento.
2) **Renfe Operadora:** propietaria de los trenes y encargada de su circulación, que trabaja en competencia con otras compañías ferroviarias.

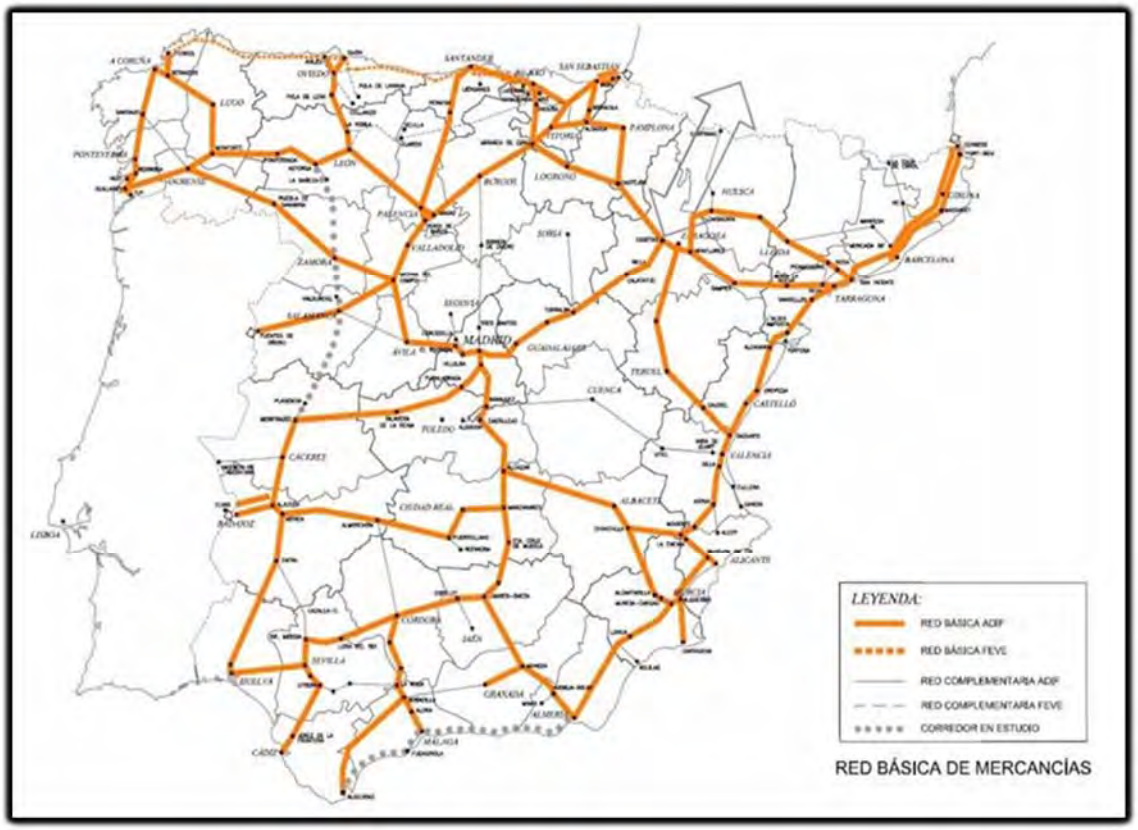
El objetivo final es por tanto permitir a cualquier otra operadora ferroviaria circular por la red en condiciones de igualdad con los trenes de Renfe Operadora, promoviendo la libre competencia.

Según la citada ley, el transporte de viajeros en la red de Adif sólo puede ser realizado por Renfe Operadora, hasta que no se produzca la liberación completa (en principio se fijó la fecha del año 2017 pero desde Europa y el Gobierno de España se baraja acortar este plazo). Sin embargo, para el transporte de mercancías que es el caso de estudio, cualquier operadora que obtenga los permisos pertinentes puede operar por la red de ferrocarril.

[19] Ley 39/2003

Asimismo, se definió la **Red Ferroviaria de Interés General (RFIG),** como aquella que está integrada por las infraestructuras ferroviarias que resulten esenciales para garantizar un sistema común de transporte ferroviario en todo el territorio del Estado o cuya administración conjunta resulte necesaria para el correcto funcionamiento de tal sistema común de transporte, como las vinculadas a los itinerarios de tráfico internacional, las que enlacen las distintas comunidades autónomas y sus conexiones, accesos a los principales núcleos de población y de transporte o a instalaciones esenciales para la economía o la defensa nacional.

Gráfico 75. Red básica de mercancías en España



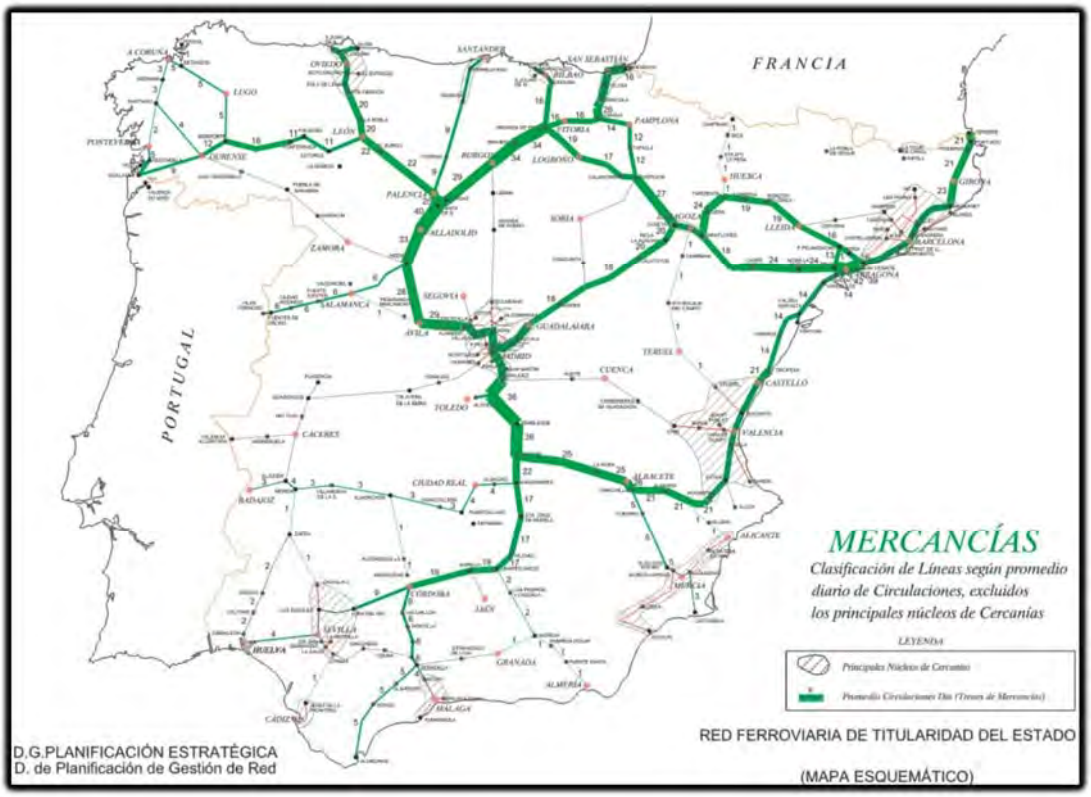
Fuente: Ministerio de Fomento

Esta red está compuesta por todas las infraestructuras ferroviarias administradas por Renfe, antes de su transformación el 1 de enero de 2005, o aquellas cuya administración haya sido encomendada al ADIF o ejerza la Autoridad Portuaria en los puertos de interés general.

El transporte ferroviario es un servicio de interés general y esencial para la comunidad extremeña y puede ser de viajeros y de mercancías. Entendiendo por transporte de viajeros, el de personas, y por transporte de mercancías, el de cualquier clase de bienes.

Es este último tipo de transporte el que se quiere impulsar y desarrollar con el objetivo de disminuir los costes de exportación e importación de mercancías de la industria extremeña a los distintos puntos de destino, bien sean destinos finales, como mercados o grandes superficies, o bien destinos parciales como puertos marítimos de la península, plataformas logísticas, etc.

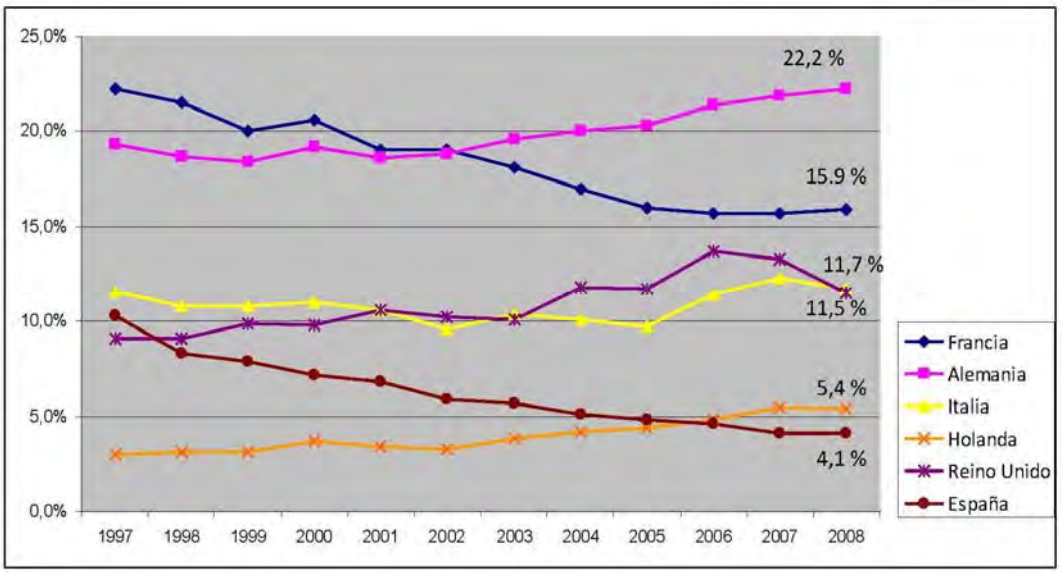
Gráfico 76. Circulaciones medias de trenes de mercancías en 2009



Fuente Ministerio de Fomento

El transporte de mercancías por ferrocarril sigue siendo testimonial tanto en España como en Extremadura. España es el país con la menor cuota modal de transporte ferroviario de mercancías entre los países más significativos de la UE y el que mayores descensos ha experimentado respecto al conjunto de dichos países en la última década, pasando de 10,3% de cuota modal en 1997 al 4,1% en 2008.[20]

Gráfico 77. Evolución de la Cuota modal de Transporte Ferroviario de Mercancías



Fuente: Eurostat 2008

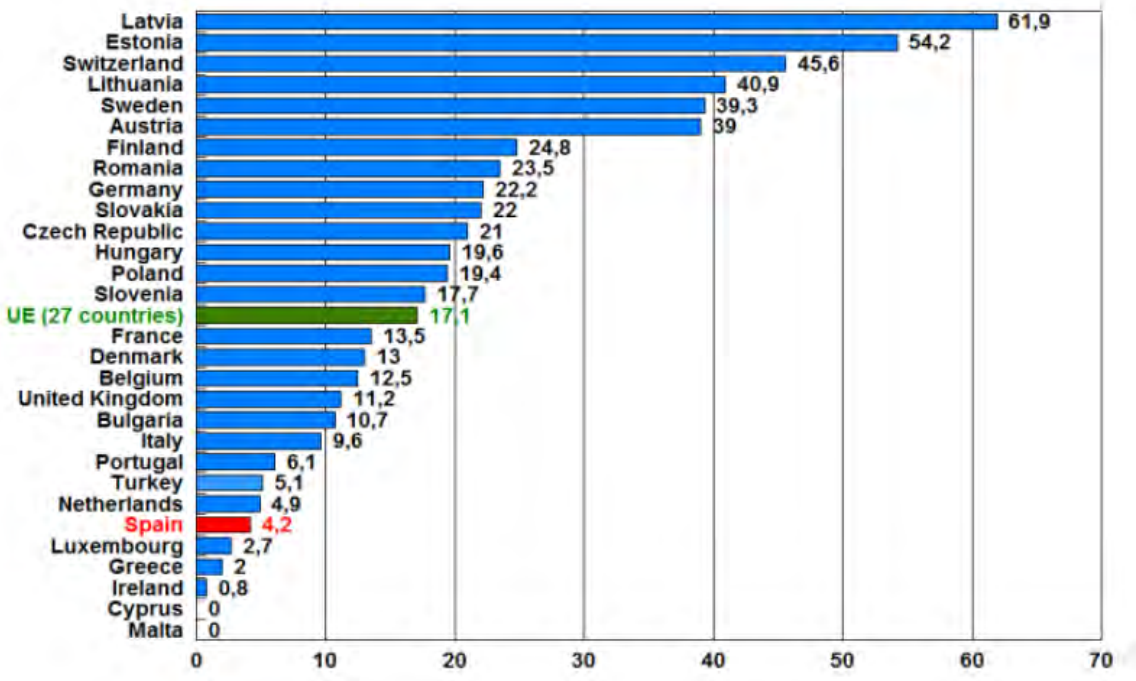
[20] Eurostat

En términos comparativos, España con un 4,2 se sitúo en 2010 a una gran distancia de la media europea que se situó en un 17,1%.

Fotografía 45. Carbonero en la estación de Almorchón. Badajoz

Fuente: Alejandro Vozmediano

Gráfico 78. Evolución de la Cuota modal de Transporte Ferroviario de Mercancías



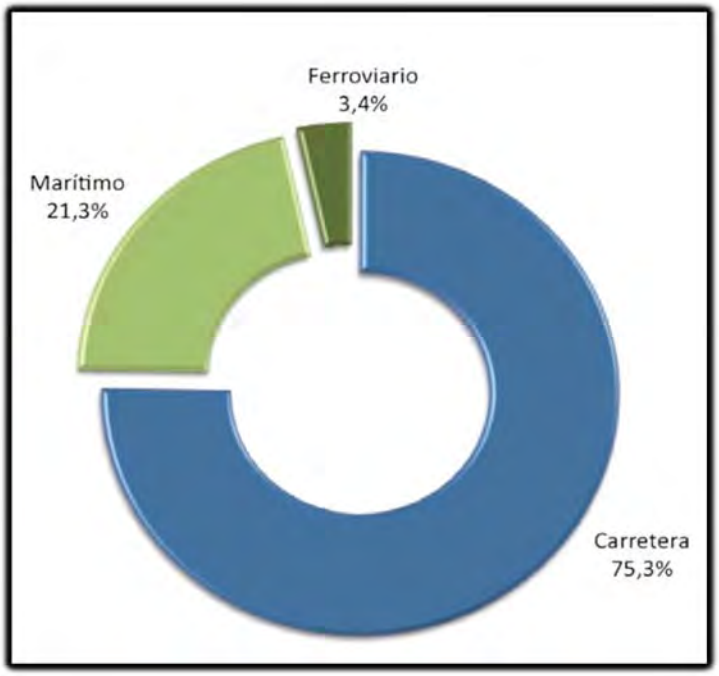
Fuente: Eurostat 2010

Fotografía 46. Carbonero en la estación de Cabeza del Buey. Badajoz

Fuente: Javier Rubio

La cuota del transporte de mercancías, ha ido decreciendo[21]. Estos datos ratifican el bajo peso del transporte de mercancías por ferrocarril que en el citado informe se sitúa en el 3,4% y el predominio de la carretera con una 75,3% de cuota modal, siendo el flujo total de mercancías entre ambos países de 27.940 millones de toneladas.

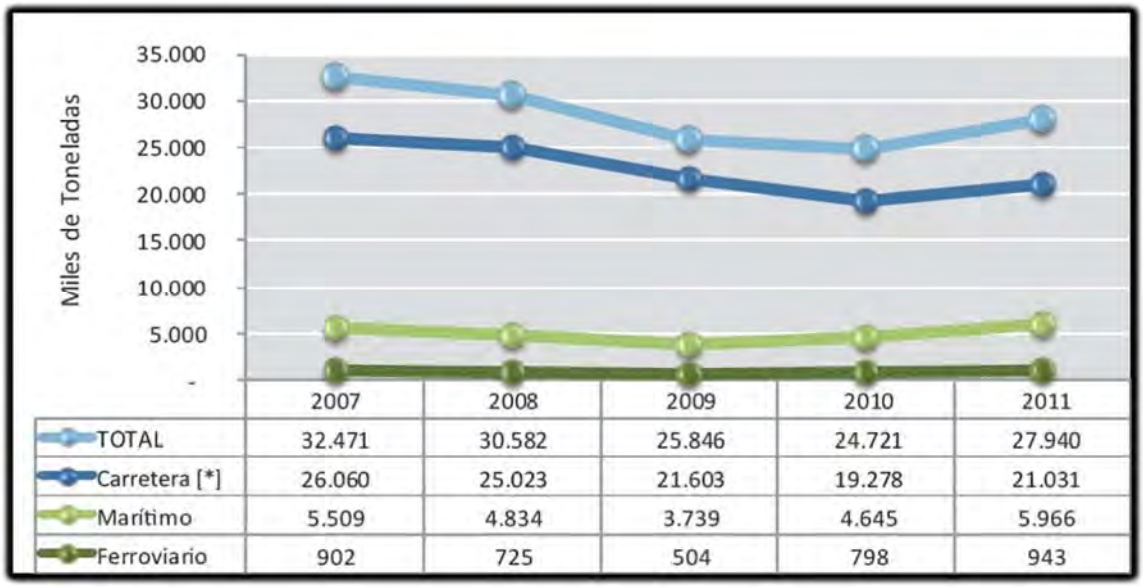
Gráfico 79. Transporte de mercancías por modos entre España y Portugal (%)



Fuente: Carreteras (Eurostat), ferrocarril (CP Portugal) y Marítimo (Puertos del Estado)

[21] Observatorio Transfronterizo de España y Portugal (OTEP) de 2011, publicados en Junio de 2013

Gráfico 80. Mercancías (en miles de t) Transportadas entre Portugal y España, por modo de transporte



	2007	2008	2009	2010	2011
TOTAL	32.471	30.582	25.846	24.721	27.940
Carretera [*]	26.060	25.023	21.603	19.278	21.031
Marítimo	5.509	4.834	3.739	4.645	5.966
Ferroviario	902	725	504	798	943

Fuente: Observatorio Transfronterizo de España y Portugal (OTEP). 2013

Los últimos datos disponibles confirman esta tendencia a la baja, que en la actualidad sitúa el ferrocarril como modo de transporte de mercancías con un porcentaje testimonial del 1%.

Tabla 35. Reparto modal de los fijos de mercancías

		Carretera	Ferrocarril	Marítimo
Flujos Logísticos Origen / Destino	Millones de Toneladas	1,6	17,8	72,7
	%	95,0%	1,0%	4,0%
Flujos Logísticos de Exportación	Millones de Toneladas	28,1	1,2	87,8
	%	24,0%	1,0%	75,0%
Flujos Logísticos de Importación	Millones de Toneladas	24,0	1,4	203,6
	%	10,4%	0,6%	89,0%

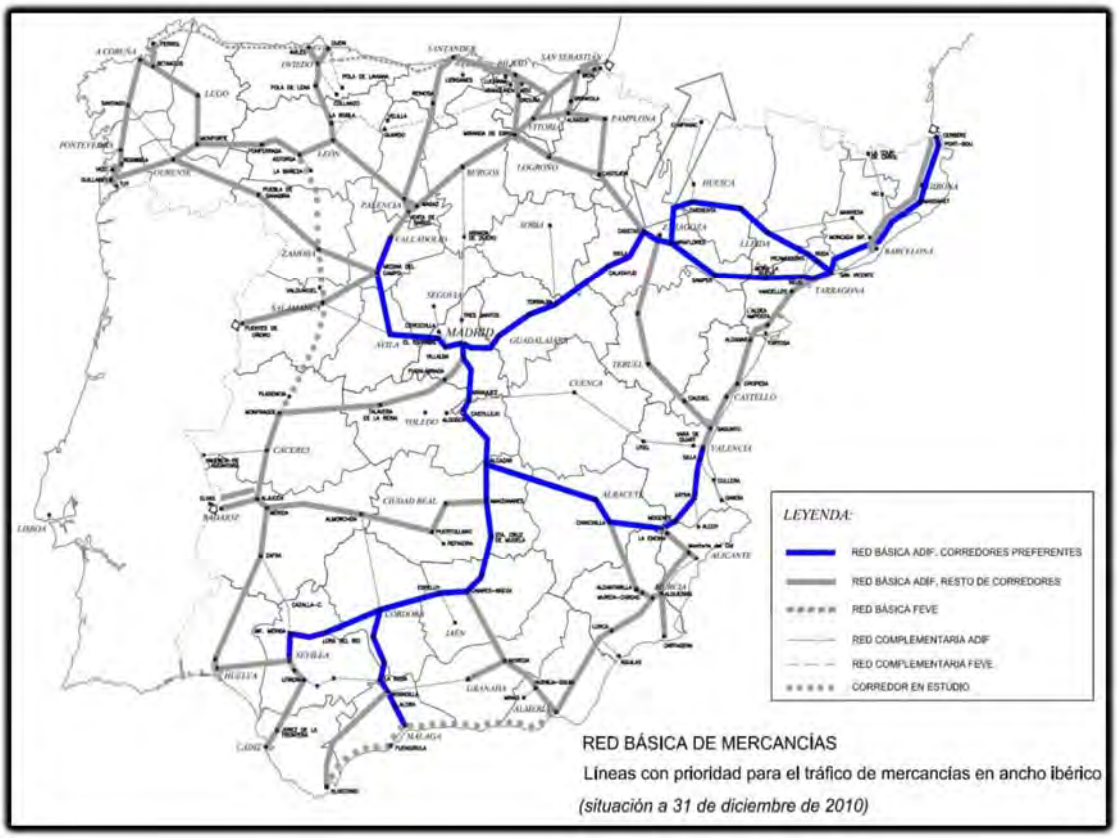
Fuente: UNO[22]- Estudio de caracterización del sector del transporte. 2012

[22] Organización empresarial de Logística y Transporte

Fotografía 47. Carbonero dirección La Nava pasando por el puente del Zújar cerca de la estación de Benalcázar.(Córdoba)

Fuente: Albert Cartajena

Gráfico 81. Líneas con prioridad para tráfico de mercancías en ancho ibérico



Fuente: Ministerio de Fomento

A nivel regional, un claro indicador del bajo grado de utilización del ferrocarril como modo de transporte de mercancías se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 36. Modos de Transporte para la exportaciónde productos agroindustriales en Extremadura (toneladas)

Producto	Carretera	Marítimo	Ferrocarril	Aéreo
Tomate	242.884,12	16.277,66	0	31,03
%	93,71%	6,28%	0%	0,01%
Aceite	9.904	867,07	0,07	1,21
%	91,94%	8,,05%	0%	0,01
Aceituna	20.590,42	34.835,01	90,72	0,22
%	37,09%	62,75%	0,16%	0%
Vino	226.051,43	23.291,18	0	0,73
%	90,66%	9,34%	0%	0%
Total	**499.429,83**	**75.270,92**	**90,79**	**33,19**
%	**86,88%**	**13,09%**	**0,02%**	**0,01%**

Fuente: Proyecto Hermes. ACENVEX y CETIEX. 2014 – Datos de 2012

Los datos de exportación del Proyecto Hermes, ponen de manifiesto el predominio de la carretera en las operaciones de transporte de este tipo de mercancía y el papel marginal del modo ferroviario, fundamentado en costes de transporte más elevados y a la menor flexibilidad.

Fotografía 48. Tren de amoniaco cerca de Cabeza del Buey. Badajoz

Fuente: Javier Rubio

1.11.- TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR FERROCARRIL EN EXTREMADURA

La mayor parte de las mercancías que se mueven en Extremadura, lo hacen a través del corredor **Cofemanex**. Es casi testimonial el recorrido de las mercancías a través de Mérida-Zafra-Huelva o Almorchón-Córdoba.

En cualquier caso, el movimiento global de mercancías que se realiza en Extremadura es muy escaso debido principalmente a las siguientes causas:

– Reducidas inversiones, en décadas pasadas, en inversiones de construcción, mantenimiento y conservación de infraestructuras lineales y nodales en la región extremeña.

– Significativas deficiencias en parámetros técnicos de la red convencional (lineal y nodal) que generan fuertes limitaciones al transporte de mercancía por ferrocarril extremeño:

  - Longitudes máximas de trenes de 450 m.
  - Limitaciones de carga por eje (máximo 22’5 t/eje y en algunos tramos 10t/eje).
  - Diferentes gálibos.

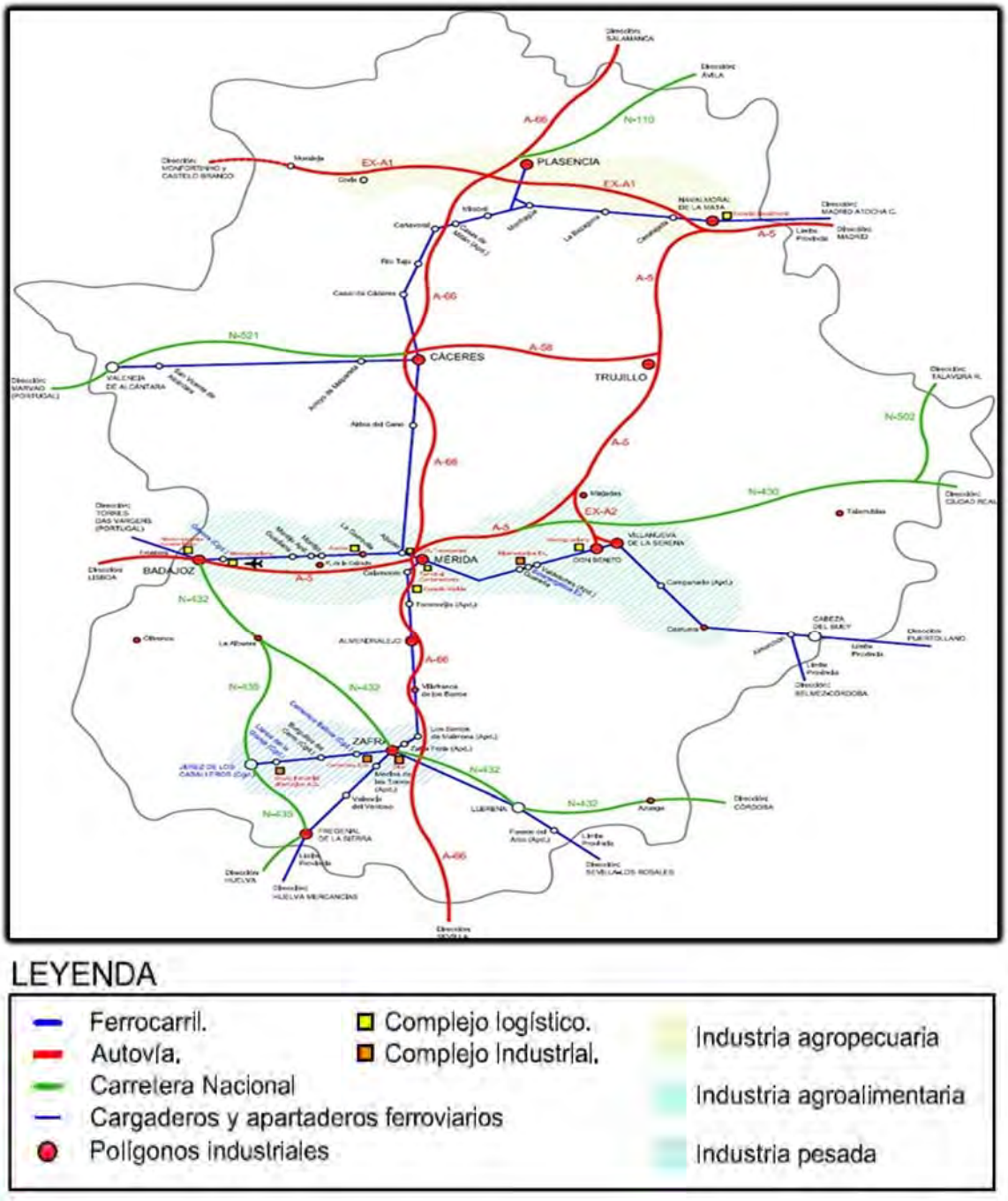
– Deficiencias operativas y de diseño en múltiples terminales ferroviarias interiores extremeñas.

– Mayor competitividad en costes de la cadena unimodal (carretera) que la cadena intermodal ferroviaria en relaciones de media/corta distancia (por acarreos y costes de terminales).

– Descoordinación de la oferta. No existe una oferta agrupada ni ordenada.

– La falta de colaboración entre operadores de los diversos modos.

Gráfico 82. Áreas industriales en Extremadura



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Fotografía 49. Carbonero cerca de Almorchón

Fuente: Javier Rubio

- La débil respuesta del sector privado en consolidar nuevas empresas ferroviarias en el esquema de liberalización.
- Bajo aprovechamiento de recursos disponibles. (Por ejemplo 65.000 km/año de recorrido medio real por locomotora, frente a los 120.000 km/año de un camión y 2,5h/día de conducción efectiva media de los maquinistas frente a 9h/día de conducción efectiva de la carretera). Esto genera grandes déficits de explotación en la empresa ferroviaria si no se transfieren al usuario, o bien no son asumibles por los cargadores si se transfieren.
- La escasa coordinación entre las diversas Administraciones Públicas españolas, en materia de políticas que afectan al transporte ferroviario de mercancías en las que tienen competencias (terminales intermodales, plataformas logísticas, etc.)

1.12.- TRANSPORTE DE VIAJEROS POR CARRETERA EN ESPAÑA Y EXTREMADURA

Según la Encuesta de movilidad de las personas residentes en España (Movilia 2006/2007) del Ministerio de Fomento en el año 2007 en la provincia de Badajoz se produjeron un total de 7.075.600 viajes, de los cuales fueron en coche 5.800.000, en autobús 796.500, en tren 46.500, 100.300 en avión y el resto en otros medios. Se muestra a continuación una tabla con el número total de viajes, en miles, ordenados por distancias, con salida en la provincia de Badajoz.

Tabla 37. Viajes (miles) de pasajeros, por distancias, desde la provincia de Badajoz

Origen	Total	Entre 51 y 100 km	Entre 101 y 500 km	Entre 501 y 1.000 km	Más de 1.001 km
Badajoz	7.087,5	4.000,7	2.838,2	162,0	86,5

Fuente: Encuesta de movilidad de las personas residentes en España (Movilia 2006/2007) del Ministerio de Fomento en el año 2007

De todos los viajes realizados con origen en la provincia de Badajoz, 6.844.400 tenían como destino el resto de España y solo 207.000 Europa.

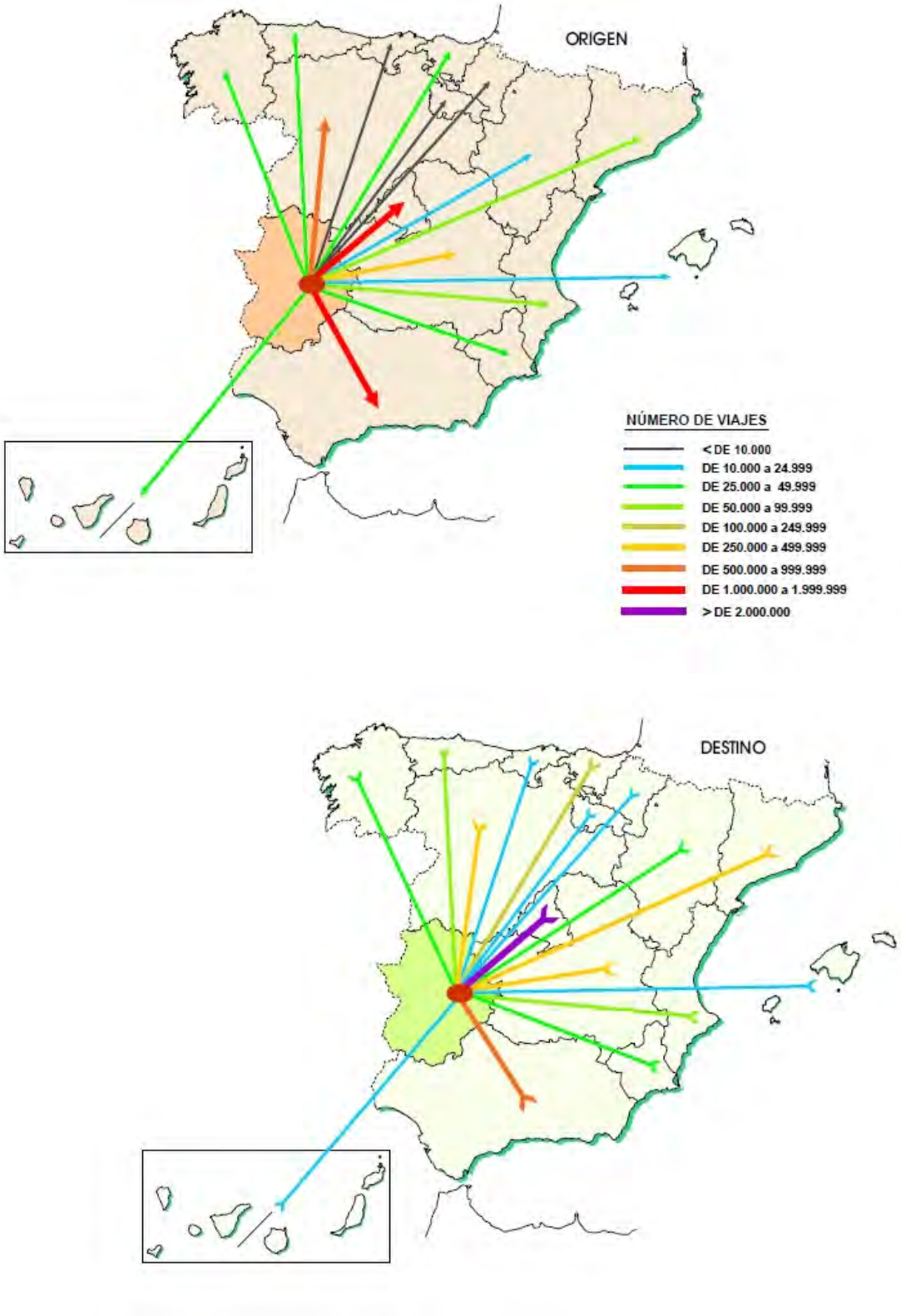
Se entiende por viaje el conjunto de desplazamientos efectuados por una persona desde que sale de su lugar de residencia hasta que regresa de nuevo a él (en cualquier medio del modo viario). El concepto de viaje incluye, por tanto, el desplazamiento desde el lugar de origen hasta el lugar de destino y el desplazamiento desde el lugar de destino hasta el lugar de origen.

Según la Encuesta de movilidad[23] el 89,05% de los españoles utiliza el turismo para realizar desplazamientos. Este mismo dato en la provincia de Badajoz baja hasta el 67,64%.

Los destinos principales de los viajes en modo viario con origen en Extremadura son Andalucía y Madrid. El origen de los viajes que llegan a Extremadura son: principalmente Madrid seguida de lejos por Andalucía, tal como se muestra en la gráfica siguiente.

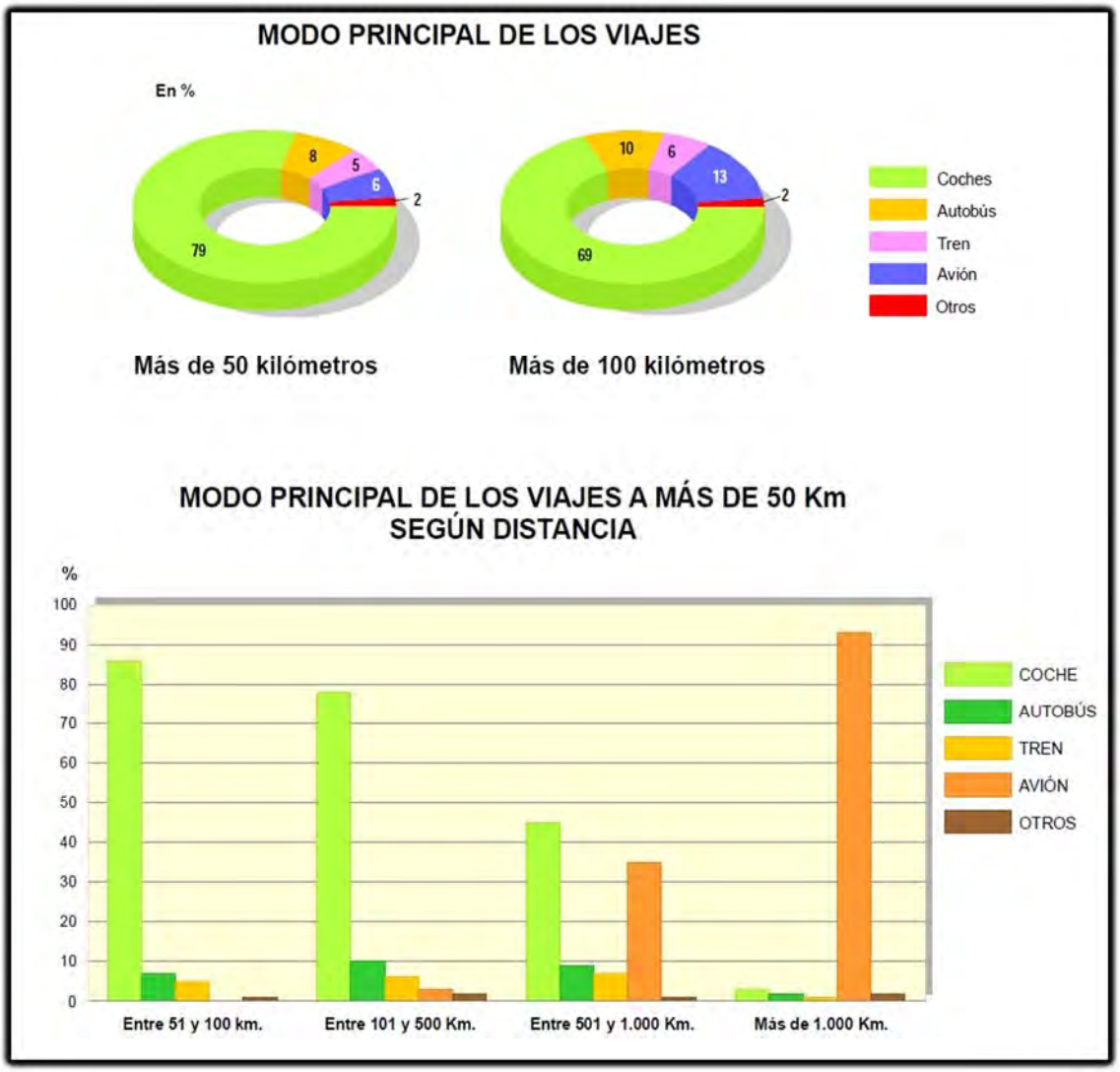
[23] Movilia 2007. Ministerio de Fomento.

Gráfico 83. Viajes (miles) en modo viario entres Extremadura y el resto de España (2007)



Fuente: Encuesta de movilidad de las personas residentes en España (Movilia 2006/2007) del Ministerio de Fomento en el año 2007

Gráfico 84. Modos principales de viaje de pasajeros en España (2007)



Fuente: Encuesta de movilidad de las personas residentes en España (Movilia 2006/2007) del Ministerio de Fomento en el año 2007

Según los datos de la encuesta de movilidad, los viajes de más de 50 km realizados por la población residente durante el año 2007 alcanzaron casi los 364 millones. La mayoría de ellos fueron por motivo de ocio (el 33%) o de vacaciones (el 13%), la diferencia entre ambos viene dada por la duración del viaje: 3 o menos noches los primeros (incluyendo los realizados en el mismo día) y 4 o más noches los segundos.

El coche es, con diferencia, el modo de transporte más empleado, ya que, solo o con otros modos, se utiliza en el 83% de los viajes. Su importancia está muy determinada por la distancia: se emplea en el 88% de los viajes de entre 51 y 100 km, porcentaje que baja al 79% en los de más de 100. El coche está considerado como el modo principal en el 78% de los viajes, porcentaje que baja al 70% en los de más de 100.

Es a partir de los viajes a más de 500 km, y especialmente en los de más de 1000, cuando su importancia baja de forma más notoria, especialmente a favor del avión.

El parque móvil actual de turismos en España se resume en las tablas siguientes:

Tabla 38. Turismos (ud.) en España ordenados por tipos de combustible

Año	Total	Gasolina	Diesel	Otros
2003	18.688.320	12.095.876	6.592.444	0
2004	19.541.918	12.035.097	7.506.821	0
2005	20.250.377	11.815.652	8.434.725	0
2006	21.052.559	11.667.433	9.380.284	4.842
2007	21.760.174	11.500.323	10.255.430	4.421
2008	22.145.364	11.344.609	10.796.625	4.130
2009	21.983.485	10.900.655	11.079.034	3.796
2010	22.147.455	10.677.003	11.466.842	3.610
2011	22.277.244	10.510.112	11.763.255	3.877
2012	22.247.528	10.305.113	11.937.569	4.846
Total	212.094.424	112.851.873	99.213.029	29.522

Fuente: Anuario 2012 de la Dirección General de Tráfico

Tabla 39. Autobuses (ud.) en España ordenados por tipos de combustible

Año	Total	Gasolina	Diesel	Otros
2003	55.993	1.018	54.975	0
2004	56.957	1.006	55.951	0
2005	58.248	961	57.287	0
2006	60.385	937	59.332	116
2007	61.039	927	59.764	348
2008	62.196	876	60.924	396
2009	62.663	839	61.363	461
2010	62.445	817	61.001	627
2011	62.358	783	60.669	906
2012	61.127	743	59.288	1.096
Total	55.993	1.018	54.975	0

Fuente: Anuario 2012 de la Dirección General de Tráfico

Tabla 40. Antigüedad del parque de turismos y autobuses en España

Año	Autobuses	%	Turismos	%
2000	2.679	4,38%	1.155.675	5,19%
2001	2.988	4,89%	1.246.806	5,60%
2002	2.859	4,68%	1.183.093	5,32%
2003	2.968	4,86%	1.297.450	5,83%
2004	3.477	5,69%	1.464.044	6,58%
2005	4.023	6,58%	1.512.983	6,80%
2006	3.731	6,10%	1.501.158	6,75%
2007	4.090	6,69%	1.460.151	6,56%
2008	3.783	6,19%	1.041.772	4,68%
2009	2.944	4,82%	916.729	4,12%
2010	2.564	4,19%	920.694	4,14%
2011	2.834	4,64%	739.041	3,32%
2012	1.772	2,90%	678.423	3,05%
TOTAL	61.127	100,00%	22.247.528	100,00%

Fuente: Anuario 2012 de la Dirección General de Tráfico

Fotografía 50. Automotor R-598 cruzando el río Guadálmez. Ciudad Real

Fuente: Antonio E. Martín Miranda

El uso (número de pasajeros y distancias) y la antigüedad del parque móvil de turismos y autobuses son parámetros que inciden directamente en las emisiones de CO_2 de los viajes realizados por carretera. No existiendo datos con la desagregación e información suficiente, las emisiones medias solo se podrían estimar a través de los movimientos totales de personas, desplazamientos y consumos totales de combustibles dentro del área de influencia de la línea férrea estudiada.

1.13.- TRANSPORTE DE VIAJEROS POR FERROCARRIL EN EXTREMADURA

Más de 800.00 personas utilizaron el tren en la región a lo largo de 2014, lo que supone un incremento del seis por ciento respecto al ejercicio anterior[24]. Ese porcentaje supone dar continuidad a la tendencia al alza de los últimos años, que puede resumirse en un dato: el número de usuarios ha crecido un 33 por ciento en el último trienio.

Fotografía 51. Tren conmemorativo de los 150 años de tren en Extremadura. Mérida. (Badajoz)

Fuente: Lorenzo Franco Díaz

2010 concluyó con 565.000 viajeros, mientras que 2011 se cerró con 640.000, es decir, un trece por ciento más. El balance a final de 2012 fue de 715.000 usuarios, lo que significó una subida interanual del doce por ciento, a la que hay que sumar el citado cinco por ciento de subida entre 2012 y 2013. Entre enero y agosto del presente

[24] Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo. Gobex

ejercicio, el tren ha sumado un seis por ciento más de viajeros que en el mismo periodo del año anterior.

2014 ha terminado con más de ochocientos mil viajeros, lo que supone la cifra más alta en, al menos, la última década.

En el año 2005, la región no alcanzaba el medio millón de usuarios, o sea, tenía un cincuenta por ciento menos de clientes que ahora, según los datos aportados por la Consejería. A partir de ese ejercicio, el número de viajeros creció de forma sostenida hasta alcanzar los 650.000 en el año 2008. Al ejercicio siguiente, bajó hasta los 624.000, y al siguiente, volvió a decrecer hasta los 565.000 de 2010. Desde entonces, ha crecido cada año.

En términos mensuales en vez anuales, la comunidad autónoma se mueve entre los 55.000 y los 90.000 viajeros, y suele alcanzar sus mejores números en abril, mayo y octubre. En el análisis de las cifras correspondientes a los dos últimos años, destaca octubre del año pasado, en el que se rebasaron los noventa mil usuarios, sumando todos los que suben y los que bajan en alguna estación de la región.

Una causa directa de este aumento son los avances que ha experimentado el servicio en los últimos dos años, gracias al **Plan de Optimización y Mejora del Transporte Ferroviario en Extremadura**.[25] Ese acuerdo alcanzado en julio de 2012 tenía como objetivo luchar contra la grave situación de abandono y deterioro en que se encontraba el tren convencional en la región a finales de 2011, prácticamente paralizado en cuanto a nuevas obras y mejora de servicios.

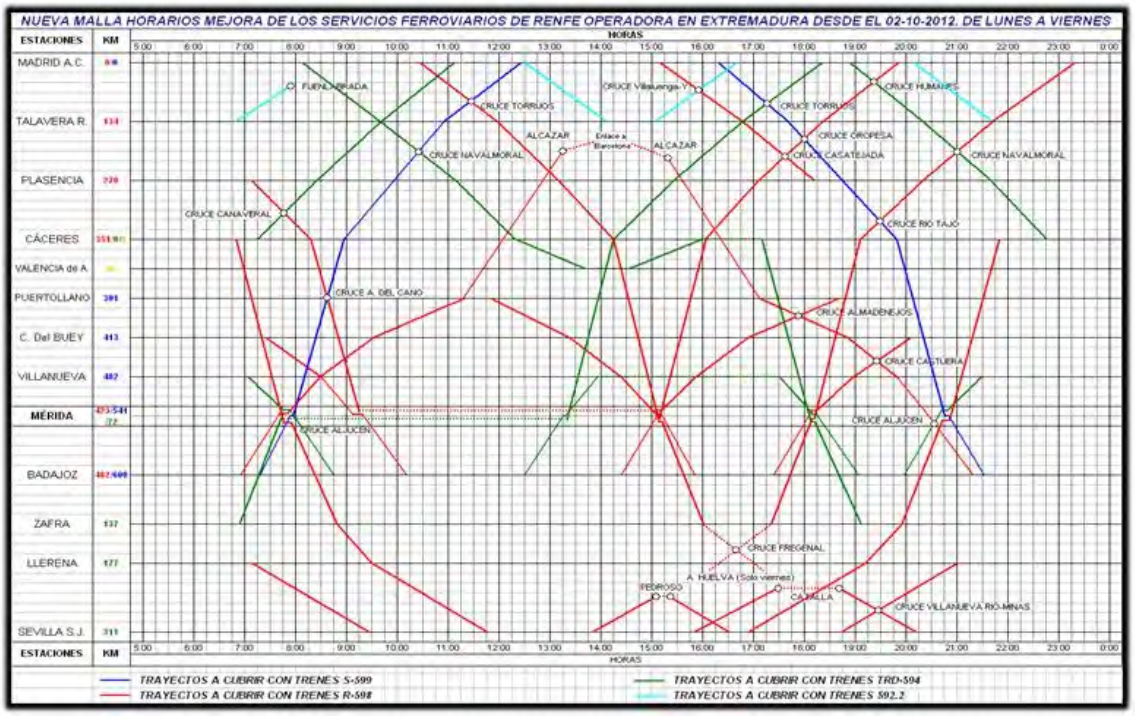
Es importante destacar la reestructuración completa de los servicios, con nuevos horarios y enlaces, reducción de tiempos de viaje, introducción del material rodante diésel más moderno (llegaron los nuevos automotores S-599), optimización de relaciones e implantación de nuevos servicios (a destacar, los nuevos Madrid-Zafra-Huelva, Villanueva-Badajoz y Madrid-Valencia de Alcántara). Entre las medidas, se añade el mantenimiento de los trayectos interiores no declarados OSP (Obligación de Servicio Público), los operativos especiales en fechas concretas (Feria ganadera de Zafra, Womad de Cáceres, Festival de teatro clásico de Mérida o carnavales de Badajoz) y las mejoras en infraestructuras. Entre estas últimas se incluye la modernización de varios tramos de los trayectos Zafra-Llerena, Aldea del Cano-Cáceres, las obras entre Talavera de La Reina y Humanes (en la línea hacia Madrid) y la reanudación de los trabajos para eliminar pasos a nivel en Almendralejo.

Las obras de Mérida-Aljucén que también forman parte de este Plan han sido recientemente terminadas en septiembre de 2014.

Se han optimizado y ajustado los horarios de enlaces en las **Estrellas de Mérida** (se coordinan los horarios para aprovechar la posición estratégica de esta estación y poder enlazar hacia todos los destinos), y se ha creado una nueva estrella a media tarde.

[25] En el apartado 1.3 de esta tesis doctoral, se describe con todo detalle el contenido de este Plan de Optimización y Mejora del Transporte Ferroviario en Extremadura.

Gráfico 85. Malla de trenes con horarios del servicio actual



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

En junio de 2014 Renfe Operadora y el Gobierno de Extrema firman un acuerdo de colaboración "**para la promoción conjunta de actividades relacionadas con el ferrocarril y el turismo en Extremadura**". De este acuerdo nace el denominado Tren Turístico.

Con este acuerdo Renfe Operadora pone en marcha cuatro rutas turísticas los sábados de octubre para conocer Extremadura en tren y las cuales partirán de Cáceres o Mérida, y tendrán entre sus destinos algunos de los lugares más significativos de la Comunidad Autónoma, como son Valencia de Alcántara, el Parque Natural del Tajo Internacional, Marvão, Almendralejo y Zafra.

Fotografía 52. Tren Turístico en Valencia de Alcántara. Cáceres

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

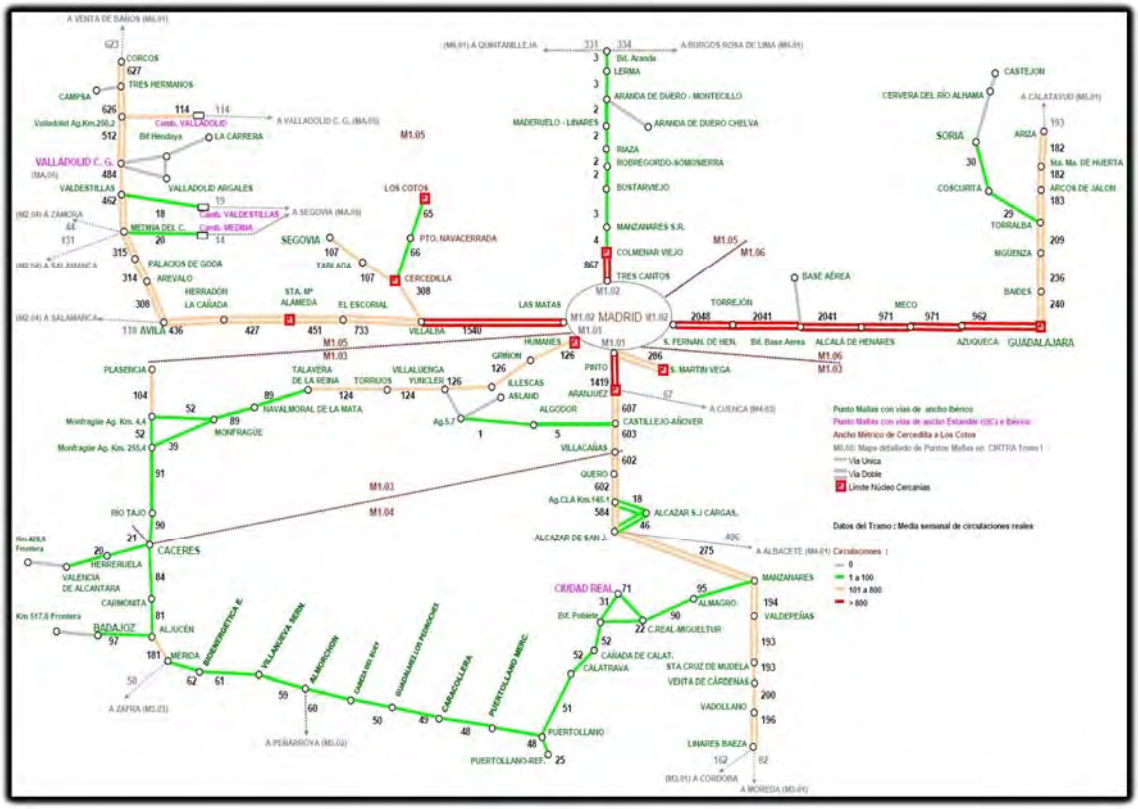
1.14.- CIRTRA

Se trata de un documento técnico que recoge las circulaciones ferroviarias por tramos. Permite conocer de forma fiable, sistemática y útil las características de la Red administrada por Adif. Complementa otros documentos clave del Modelo Ferroviario: **La Declaración sobre la red y el Manual de Capacidades**.

Consta de dos tomos: Tomo I: Características de Infraestructura, Estructura y equipamiento de los tramos. Tomo II: Circulaciones y km-Tren por tamos.

Se adjuntan a continuación las circulaciones producidas en los tramos ferroviarios pertenecientes al Cofemanex.

Gráfico 86. Circulaciones reales (media semanal). Gerencia de Gestión de Tráfico Centro: General. AÑO 2010



Fuente: Adif

Tabla 41. Evolución Circulaciones Reales. Periodo: Enero - Diciembre 2010. Gerencia de Gestión de Tráfico Centro

Código	Origen	Destino	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Mes	Semanal	Diaria
039000010	MADRID AT. CERCA	MADRID-CHAMARTIN	13.116	12.137	13.158	13.174	13.868	13.379	13.490	12.426	12.357	13.199	12.790	12.407	12.958	2.982	426
039160010	MADRID-S. CATAL.	BIF. MUSEO	88	75	87	291	537	546	159	49	64	86	72	69	177	41	6
039160020	BIF. MUSEO	DELICIAS	88	75	87	291	537	546	159	49	64	86	72	69	177	41	6
039340010	ABROÑIGAL	MADRID-S. CATAL.	444	457	466	439	491	558	523	516	464	433	453	387	469	108	15
039340020	MADRID-S. CATAL.	BIF. REBOLLEDO	673	707	797	660	587	624	613	684	703	691	677	727	679	156	22
039360010	S.CRISTOBAL INDT	VILLAVERD-CLASIF	31	36	41	36	49	56	41	31	41	42	43	32	40	9	1
039360020	VILLAVERD-CLASIF	VILLAVERDE BAJO	271	308	278	335	354	312	281	223	312	305	299	242	293	68	10
039460010	VILLAVERDE BAJO	MADRID-S. CATAL.	748	679	762	825	938	900	768	646	590	682	699	653	741	170	24
039500010	PTA. DE ATOCHA	AGUJA KM. 1.4															
040005201	BADAJOZ	KM 517,6 FRNTERA															
044000010	ALCAZAR SAN JUAN	MANZANARES	1.190	1.170	1.279	1.217	1.191	1.190	1.207	1.160	1.151	1.180	1.223	1.157	1.193	275	39
044000020	MANZANARES	VALDEPEÑAS	839	845	901	877	871	862	842	796	789	831	855	813	843	194	28
044000030	VALDEPEÑAS	STA CRUZ MUDELA	827	820	901	865	864	840	840	806	790	819	867	813	838	193	28
044000040	STA CRUZ MUDELA	VENTA D CARDENAS	833	827	887	839	858	857	850	810	792	822	860	839	840	193	28
044000050	VENTA D CARDENAS	VADOLLANO	887	865	910	863	898	892	888	838	833	854	883	842	871	200	29
044000060	VADOLLANO	LINARES BAEZA	844	832	899	863	864	869	864	820	823	850	866	807	850	196	28
045200010	CIUDAD REAL	BIF.POBLETE	147	148	148	137	141	137	125	129	125	127	123	119	134	31	4
045200020	BIF.POBLETE	CAÑADA DE CALAT.	239	232	234	225	213	234	231	221	238	220	238	211	228	52	7
045200030	CAÑADA DE CALAT.	CALATRAVA	238	224	238	221	209	233	231	220	240	209	226	210	225	52	7
045200040	CALATRAVA	PUERTOLLANO	229	206	236	219	208	226	231	216	235	210	226	208	221	51	7
045200050	PUERTOLLANO	PUERTOLLANO-MER.	210	212	222	217	219	217	212	203	174	205	216	211	210	48	7
045200060	PUERTOLLANO-MER.	CARACOLLERA	211	212	222	218	219	217	212	203	175	205	216	211	210	48	7
045200070	CARACOLLERA	GUADALMEZ-PEDRO.	210	207	221	227	223	223	212	205	171	209	222	214	212	49	7
045200080	GUADALMEZ-PEDRO.	CABEZA DEL BUEY	209	212	223	235	228	234	215	205	174	210	229	229	217	50	7
045200090	CABEZA DEL BUEY	ALMORCHON	267	258	274	271	280	282	222	232	228	263	276	255	259	60	9
045200100	ALMORCHON	VILLANUEVA SERN.	262	254	273	266	281	275	221	233	221	258	273	255	256	59	8
045200110	VILLANUEVA SERN.	BIOENERGETICA EX.	262	266	288	275	283	268	266	255	218	257	276	277	266	61	9
045200120	BIOENERGETICA EX.	MERIDA	266	263	285	278	284	270	271	256	226	261	280	283	269	62	9
045200130	MERIDA	ALJUCEN	748	732	828	801	832	801	803	790	718	793	812	766	785	181	26
045200140	ALJUCEN	BADAJOZ	394	384	447	432	470	445	425	436	380	403	442	401	422	97	14

Fuente: Adif

Tabla 42. Circulaciones reales por Operadores (media semanal). Periodo: Enero - Diciembre 2010. Gerencia de Gestión de Tráfico Centro

Codigo	Origen	Destino	Total	Larga Distancia	Media Distancia	Cercanías	Mercancías	Servicio
039000010	MADRID AT. CERCA	MADRID-CHAMARTIN	2.982	80	30	2.871	0	1
039160010	MADRID-S. CATAL.	BIF. MUSEO	41	2	0	0	36	2
039160020	BIF. MUSEO	DELICIAS	41	2	0	0	36	2
039340010	ABRONIGAL	MADRID-S. CATAL.	108	0		0	106	2
039340020	MADRID-S. CATAL.	BIF. REBOLLEDO	156	16	23	1	113	3
039360010	S.CRISTOBAL INDT	VILLAVERD-CLASIF	9		0	0	6	3
039360020	VILLAVERD-CLASIF	VILLAVERDE BAJO	68	0	0	0	50	17
039460010	VILLAVERDE BAJO	MADRID-S. CATAL.	170	4	60	7	95	4
039500010	PTA. DE ATOCHA	AGUJA KM. 1.4						
040005201	BADAJOZ	KM 517,6 FRNTERA						
044000010	ALCAZAR SAN JUAN	MANZANARES	275	70	108	0	91	5
044000020	MANZANARES	VALDEPEÑAS	194	57	53	0	78	5
044000030	VALDEPEÑAS	STA CRUZ MUDELA	193	56	53	0	78	6
044000040	STA CRUZ MUDELA	VENTA D CARDENAS	193	57	51	0	78	8
044000050	VENTA D CARDENAS	VADOLLANO	200	56	51	0	78	15
044000060	VADOLLANO	LINARES BAEZA	196	56	51	0	78	10
045200010	CIUDAD REAL	BIF.POBLETE	31	13	14		1	3
045200020	BIF.POBLETE	CAÑADA DE CALAT.	52	13	14		18	7
045200030	CAÑADA DE CALAT.	CALATRAVA	52	13	14		18	7
045200040	CALATRAVA	PUERTOLLANO	51	13	14		18	6
045200050	PUERTOLLANO	PUERTOLLANO-MER.	48	13	27		7	1
045200060	PUERTOLLANO-MER.	CARACOLLERA	48	13	27		7	1
045200070	CARACOLLERA	GUADALMEZ-PEDRO.	49	13	27		7	2
045200080	GUADALMEZ-PEDRO.	CABEZA DEL BUEY	50	13	27		7	3
045200090	CABEZA DEL BUEY	ALMORCHON	60	13	37		7	3
045200100	ALMORCHON	VILLANUEVA SERN.	59	13	37		6	2
045200110	VILLANUEVA SERN.	BIOENERGETICA EX.	61	13	39		8	1
045200120	BIOENERGETICA EX.	MERIDA	62	13	39		9	1
045200130	MERIDA	ALJUCEN	181	40	123		14	4

Fuente: Adif

1.15.- SERVICIOS FERROVIARIOS DE MEDIA DISTANCIA QUE SE RIGEN POR OBLIGACIONES DE SERVICIO PÚBLICO

En junio de 2010 el Gobierno Central aprobó un Acuerdo del Consejo de Ministros que fijaba las bases para la declaración de "***servicio público***" de líneas de transporte ferroviario de viajeros que se consideren de interés general por razones sociales, económicas y medioambientales, así como las compensaciones correspondientes por el coste de dichos servicios, y las obligaciones del operador, entre ellas los indicadores de calidad que deben cumplirse en su prestación.

El Acuerdo deriva del Derecho Comunitario, en concreto, de la aplicación del **Reglamento 1370 de 23 de octubre de 2007**, que limita las subvenciones estatales al ferrocarril a las estrictamente necesarias para la compensación de aquellos servicios deficitarios cuya continuidad esté justificada por razones de eficiencia energética, social, económica o medioambiental. Dicho Reglamento establece que el resto de los servicios ferroviarios deben regirse por criterios de competencia comercial y no deben percibir ayudas del Estado.

De acuerdo a esta normativa de la UE, el **Consejo de Ministros aprobó el 28 de diciembre de 2012**, la relación de los servicios ferroviarios de transporte de viajeros, así como los tramos y frecuencias, que han sido garantizados mediante **Obligaciones de Servicio Público.** Ante este escenario, el Gobierno de Extremadura logró mediante el acuerdo alcanzado con Fomento y Renfe, la declaración de OSP del 61% de los nuevos servicios ferroviarios.

El Gobierno de Extremadura financia a través del **"Plan de Optimización y Mejora del Transporte Ferroviario en Extremadura**" todos los servicios que quedan fuera de la obligación de servicio público.

El Ministerio de Fomento a través de Ineco redacta un estudio en abril de 2012 donde se describen los servicios ferroviarios de transporte de viajeros, que serán garantizados

mediante obligaciones de servicio público[26]. Para ello se ponderará, tanto el nivel de eficacia del servicio, como las posibilidades de utilización de otros medios de transporte combinado por parte de los viajeros.

Fotografía 53. Cruce del R-598 de viajeros con el carbonero en Cabeza del Buey. Badajoz

Fuente: Antonio E. Martín Miranda

En el estudio del Ministerio de Fomento se analizan separadamente las líneas regionales (internas de una Comunidad Autónoma) y las líneas interregionales (que discurren por 2 o más CCAA). Ello resulta conveniente de cara al proceso de la implantación de obligaciones de servicio público y de la posterior negociación a mantener, en su caso, con las Comunidades Autónomas.

A continuación se resume el estudio realizado por el Ministerio de Fomento, resaltando los resultados para el corredor extremeño del Cofemanex.

1.15.1.- Servicios ferroviarios de media distancia interregionales

Renfe cuenta con una importante oferta de servicios ferroviarios de transporte de viajeros de media distancia interregionales, que atienden la movilidad entre Comunidades Autónomas, con líneas que conectan capitales de provincia y ciudades importantes sobre distancias de entre 100 y 300 km, aunque existen líneas con trayectos de mayor y menor longitud.

El análisis de la oferta de los servicios de media distancia interregionales se realiza por corredores geográficos, denominados por las Comunidades Autónomas que enlazan, y dentro de cada corredor, por relaciones o corredores comerciales, líneas y servicios operados.

[26] Definición de los servicios ferroviarios de media distancia que se regirán por obligaciones de servicio públicoy anáisis intermododal por corredores de los servicios de transporte de viajeros de media distancia por ferrocarril y carretera. Ineco para el Ministerio de Fomento. 2012

En la red extremeña del Cofemanex se estudian los siguientes servicios de media distancia interregional:

– Corredor Madrid-Castilla La Mancha –Extremadura

- Madrid-Puertollano-Mérida-Badajoz
- Puertollano-Mérida-Zafra

1.15.2.- Servicios ferroviarios de media distancia regionales

Las redes de los servicios ferroviarios regionales de media distancia, que discurren dentro de una Comunidad Autónoma, tienen gran importancia en algunos casos como en Andalucía, Galícia o Castilla - León, y también en Aragón o Extremadura, como sistema de transporte estructurante del ámbito regional que comunica entre sí las principales ciudades de la Comunidad Autónoma.

Existen 10 Comunidades Autónomas con servicios regionales de competencia estatal (no se incluye Cataluña, donde los servicios regionales han sido transferidos). Renfe opera un total de 54 líneas o relaciones origen-destino de media distancia, con 1.748 circulaciones semanales.

En Extremadura se estudian 5 líneas ferroviarias de media distancia de carácter regional cuyo trayecto discurre íntegramente dentro de la Comunidad Autónoma. Estas líneas configuran una red con centro en Mérida que opera Renfe sobre 3 corredores con una oferta programada total de 68 circulaciones semanales en ambos sentidos.

- Badajoz- Mérida - Cáceres - Plasencia, con 42 circulaciones semanales.
- Mérida - Cabeza de Buey, con 12 circulaciones semanales.
- Mérida - Zafra, con 14 circulaciones semanales.

Fotografía 54. Automotor R-598 cerca del Fresnal. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

En la red extremeña del Cofemanex se estudian por tanto los siguientes servicios de media distancia regional:

- Badajoz-Mérida
- Badajoz-Cabeza del Buey.

1.15.3.- Análisis oferta - demanda de los servicios ferroviarios de media distancia

La línea ferroviaria será eficiente desde un punto de vista medioambiental, social y económico, cuando los costes (medioambientales, sociales y económicos) por viajero-km transportado en ferrocarril sean inferiores a los costes por viajero-km transportado en los modos alternativos el autobús regular y el coche privado. La eficiencia de la línea viene determinada por el grado de aprovechamiento o nivel de ocupación de la misma.

Fotografía 55. Automotor R-598 entrando en la estación de Cabeza del Buey. Badajoz

Fuente: Javier Rubio

Para cada línea y/o corredor comercial de Renfe se obtiene:

– Datos de la línea:
  - origen y destino
  - longitud de la línea en k
– oferta de la línea:
  - circulaciones / año
  - trenes-km
  - plazas-km
– demanda de la línea:
  - viajes /año

- viajeros-km
- viajeros por circulación

– demanda de la línea:
  - longitud media de viaje (viajes-km / viajes)
  - nivel de ocupación (viajes-km / plazas-km) %

En el análisis se determinan 3 niveles de eficiencia para las líneas convencionales de media distancia.

– **Líneas eficientes** (ocupación≥ 20 % en los servicios convencionales) en las que se justifica la declaración de interés público y el establecimiento de obligaciones de servicio público para su mantenimiento. Estas líneas se sombrean en las tablas de color salmón.

– **Líneas en situación de dudosa o baja eficiencia** (ocupación entre 15% y 20 % en los servicios convencionales) en las que se deberán plantear medidas para mejorar su eficiencia mediante la adecuación de los servicios.

– **Líneas ineficientes o de muy baja eficiencia** (ocupación ≤15% en los servicios convencionales) para las que se llevará a cabo un análisis intermodal por corredores para considerar su posible supresión o reducción progresiva de servicios.

Fotografía 56. Automotor R-598 cruzando el apartadero del Fresnal. Badajoz

Fuente: Álvaro Martín

Los resultados que arroja el Ministerio de Fomento son los siguientes:

Tabla 43. Eficiencia de los servicios de media distancia interregionales en el Cofemanex

14. RELACIONES INTERREGIONALES MADRID - CASTILLA LA MANCHA - EXTREMADURA									
SERVICIOS DE MD INTERREGIONALES		OFERTA			DEMANDA			OFERTA-DEMANDA	
LÍNEAS	LONGITUD (km)	CIRCULA-CIONES AÑO	TRENES - KM	PLAZAS-KM (miles)	VIAJEROS AÑO	VIAJEROS-KM (miles)	LONGITUD MEDIA DE VIAJE (VIAJ-KM/ VIAJ)	VIAJEROS POR CIRCULA-CIÓN	% OCUPACIÓN (VIAJ-KM/ PLAZAS-KM)
RELACIONES INTERREGIONALES MADRID – EXTREMADURA POR ALCÁZAR Y CIUDAD REAL									
MADRID - CIUDAD REAL	269	363	97.625	24.983	51.049	6.183	121,1	141	24,7%
MADRID - ALCÁZAR DE SAN JUAN	155	862	133.670	34.024	42.216	4.989	118,2	49	14,7%
TOTAL MADRID –ALCÁZAR DE SAN JUAN – CIUDAD REAL		*1.225*	*231.295*	*59.007*	*93.265*	*11.172*	*119,8*	*76*	*18,9%*
MADRID -PUERTOLLANO - BADAJOZ	607	728	437.310	88.758	142.359	20.080	141,1	196	22,6%
PUERTOLLANO - MÉRIDA - ZAFRA	305	692	210.394	42.092	25.978	1.943	74,8	38	4,6%

Fuente: Ministerio de Fomento

Tabla 44. Eficiencia de los servicios de media distancia regionales en el Cofemanex

6. EXTREMADURA									
SERVICIOS DE MD REGIONALES		OFERTA			DEMANDA			OFERTA-DEMANDA	
LÍNEAS	LONGITUD (km)	CIRCULA-CIONES AÑO	TRENES - KM	PLAZAS-KM (miles)	VIAJEROS AÑO	VIAJEROS-KM (miles)	LONGITUD MEDIA DE VIAJE (VIAJ-KM/ VIAJEROS)	VIAJEROS POR CIRCULA-CIÓN	% OCUPACIÓN (VIAJ-KM/ PLAZAS-KM)
BADAJOZ - PLASENCIA	220	815	164.075	30.816	47.231	5.627	119,1	58	18,3%
BADAJOZ - MÉRIDA	59	725	42.920	8.594	10.127	447	44,2	14	5,2%
MÉRIDA - CÁCERES	72	703	50.686	10.128	8.083	571	70,6	11	5,6%
TOTAL BADAJOZ - MÉRIDA - CÁCERES - PLASENCIA		*2.243*	*257.681*	*49.537*	*65.441*	*6.644*	*101,5*	*29*	*13,4%*
MÉRIDA - CABEZA DE BUEY	128	599	71.539	13.938	13.977	959	68,6	23	6,9%
MÉRIDA - ZAFRA	65	702	45.770	9.153	3.652	151	41,5	5	1,7%
TOTAL		3.544	374.991	72.629	83.070	7.755	93,4	23	10,7%

Fuente: Ministerio de Fomento

Por otro lado el Ministerio de Fomento estudia los ingresos y gastos de las líneas obteniendo su déficit (ingresos-gastos) y su cobertura (ingresos/gastos).

También se marcan tres niveles:

– Líneas y relaciones que presentan un **coeficiente de cobertura superior al 50%.** La explotación se considera razonable.

– Líneas y relaciones que presentan un **coeficiente de cobertura entre el 30% y el 50%.** Estas líneas se encuentran por encima del coeficiente de cobertura mínimo que debería ser exigible a los servicios ferroviarios de media distancia, aunque por debajo del que sería razonable, por lo que en estas líneas se tratará de arbitrar

medidas para mejorar su aprovechamiento y la eficiencia económica de su explotación. Se sombrean de color salmón.

– Líneas y relaciones que presentan un coeficiente de **cobertura inferior al 30 %.** Por debajo de dicho coeficiente de cobertura, cuando los ingresos percibidos de los usuarios cubren menos del 30 % de los costes imputables a la explotación de la línea, se entiende que la explotación de la línea es ineficiente y que su mantenimiento como línea de interés público, si no confluyen otros factores, no se justifica.

Fotografía 57. Servicio interregional en la estación de Almorchón. Badajoz

Fuente: Alejandro Vozmediano

Las tablas resultantes son las siguientes:

Tabla 45. Ingresos, gatos, déficit y cobertura de los servicios interregionales del Cofemanex

RELACIONES INTERREGIONALES MADRID - CASTILLA LA MANCHA - EXTREMADURA	INGRESOS	GASTOS	DÉFICIT I - G	COBERTURA (I/G)
POR ALCÁZAR DE SAN JUAN Y CIUDAD REAL				
MADRID - ALCÁZAR DE SAN JUAN	300.400	1.153.395	- 852.995	26,0%
MADRID - CIUDAD REAL	386.168	829.063	- 442.894	46,6%
MADRID-PUERTOLLANO-BADAJOZ	1.043.735	3.829.574	- 2.785.839	27,3%
PUERTOLLANO - MÉRIDA - ZAFRA	143.375	1.705.786	- 1.562.412	8,4%
POR TALAVERA DE LA REINA				
MADRID - TALAVERA	334.436	2.550.848	- 2.216.413	13,1%
MADRID - BADAJOZ	1.613.028	4.062.041	- 2.449.013	39,7%
MADRID - MÉRIDA	1.878.868	6.064.030	- 4.185.162	31,0%
MADRID - PLASENCIA	610.802	2.124.140	- 1.513.339	28,8%
TOTAL MADRID - PLASENCIA - CÁCERES - MÉRIDA - BADAJOZ	*4.102.698*	*12.250.212*	*-8.147.513*	*33,5%*

Fuente: Ministerio de Fomento

Tabla 46. Ingresos, gatos, déficit y cobertura de los servicios interregionales del Cofemanex

SERVICIOS REGIONALES EXTREMADURA	INGRESOS	GASTOS	DÉFICIT I - G	COBERTURA (I/G)
BADAJOZ - PLASENCIA	178.547	1.575.445	- 1.396.898	11,3%
BADAJOZ - MÉRIDA	31.641	354.398	- 322.757	8,9%
MÉRIDA - CÁCERES	37.237	426.181	- 388.944	8,7%
MÉRIDA - CABEZA DEL BUEY	62.021	675.277	- 613.256	9,2%
MÉRIDA - ZAFRA	18.084	378.605	- 360.521	4,8%

Fuente: Ministerio de Fomento

Una vez definidas las líneas a nivel de ocupación y de cobertura económica se realiza un análisis multicriterio donde se definen los siguientes niveles de eficacia definitivos:

- **Líneas eficientes** en las que el nivel de ocupación de sitúa por encima del 20 % en las líneas convencionales. Presentan en general coeficientes de cobertura entre el 30% y 50 % y muchas de ellas lo superan. Estas líneas se mantendrán como líneas de interés público y se regirán por obligaciones de servicio público, realizándose para ello las oportunas aportaciones al operador. Estas líneas se sombrean de verde oscuro.
- **Líneas de baja o dudosa eficiencia** con un nivel de ocupación de sitúa entre el 15%-I 20%, en las líneas convencionales. En ninguna de estas líneas el coeficiente de cobertura supera el 50 %, aunque algunas se sitúan entre el 30 y el 50% de los costes. Se actuará sobre estas líneas con vistas a mejorar su aprovechamiento, reduciendo o suprimiendo los servicios menos eficientes pero siempre en el marco de una reordenación de las líneas ferroviarias de media distancia en el corredor. Estas líneas se sombrean de verde claro.
- **Líneas de muy baja eficiencia** con un nivel de ocupación entre el 10% y el 15%, que, en principio, podrían calificarse de ineficientes, pero que por superar el coeficiente de cobertura el 30% o, alternativamente, alcanzar el 20% pero con un alto nivel de recurrencia en su utilización (por encima también del 30 %), se podría justificar su mantenimiento, de alguna forma, pero con modificaciones. Se considerará la supresión parcial y/o progresiva de los servicios más ineficientes en estas líneas pero en el marco de una reordenación de las líneas ferroviarias en el corredor y contando con la oferta de autobuses existentes para atender la demanda de transporte en el corredor, en particular la demanda recurrente. Estas líneas se sombrean de salmón.
- **Líneas ineficientes** en las que el nivel de ocupación de sitúa por debajo del 15 % en las líneas convencionales y en las que el coeficiente de cobertura no alcanza el 30% y tampoco presentan un nivel de recurrencia en la utilización de la línea significativo. Estas líneas se suprimirán y la demanda de transporte en el corredor se atenderá (en virtud del análisis por corredores que se llevará a cabo) con los servicios de transporte por carretera existentes o, en su caso, por otros servicios ferroviarios de media distancia más eficientes. Estas líneas se sombrean de rojo.

Los resultados son los siguientes:

Tabla 47. Análisis multicriterio de los servicios interregionales del Cofemanex

RELACIONES INTERREGIONALES MADRID - CASTILLA LA MANCHA - EXTREMADURA							
OFERTA			DEMANDA		EXPLOTACIÓN		RECURRENCIA
LÍNEAS / RELACIONES	LONGITUD (km)	CIRCULACIONES AÑO	VIAJEROS POR CIRCULACIÓN	%OCUPACIÓN (VIAJ*KM/PLAZAS*KM)	DÉFICIT	%COBERTURA	% VIAJES RECURRENTES
CORREDOR MADRID – EXTREMADURA POR ALCÁZAR Y CIUDAD REAL							
MADRID - CIUDAD REAL	269	363	141	24,7%	-442.894	46,6%	9,8%
MADRID - ALCÁZAR DE SAN JUAN	155	862	49	14,7%	-852.995	26,0%	
TOTAL MADRID - CIUDAD REAL		*1.225*	*76*	*18,9%*	*-1.295.890*	*34,6%*	
MADRID – BADAJOZ (por PUERTOLLANO)	607	728	196	22,6%	-2.785.839	27,3%	11,8%
PUERTOLLANO - MÉRIDA - ZAFRA	305	692	38	4,6%	-1.562.412	8,4%	14,1%

Fuente: Ministerio de Fomento

Tabla 48. Análisis multicriterio de los servicios regionales del Cofemanex

RELACIONES REGIONALES EXTREMADURA							
OFERTA			DEMANDA		EXPLOTACIÓN		RECURRENCIA
LÍNEAS / RELACIONES	LONGITUD (km)	CIRCULACIONES AÑO	VIAJEROS POR CIRCULACIÓN	%OCUPACIÓN (VIAJ*KM/PLAZAS*KM)	DÉFICIT	%COBERTURA	% VIAJES RECURRENTES
BADAJOZ - PLASENCIA	220	815	58	18,3%	-1.396.898	11,3%	
BADAJOZ - MÉRIDA	59	725	14	5,2%	-322.757	8,9%	
MÉRIDA - CÁCERES	72	703	11	5,6%	-388.944	8,7%	
TOTAL BADAJOZ - PLASENCIA		*2.243*	*29*	*13,4%*	*-2.108.599*	*10,5%*	8,2%
MÉRIDA - CABEZA DE BUEY	128	599	23	6,9%	-613.256	9,2%	14,1%
MÉRIDA - ZAFRA	65	702	5	1,7%	-360.521	4,8%	8,2%
	TOTAL	3.544	23	10,7%	-3.082.376	9,6%	5,1%

Fuente: Ministerio de Fomento

El estudio del Ministerio concluye con una propuesta de servicios que se regirán por obligaciones de servicio público.

- ***Interregionales. Madrid - Castilla La Mancha – Extremadura:***

– Madrid - Ciudad Real (1)

– **Madrid - Puertollano - Badajoz (1)**

– Madrid - Talavera de la Reina (2)

– Madrid - Plasencia (1)

– Madrid - Mérida (1)

– Madrid - Cáceres - Badajoz (1)

➢ ***Regionales en la Comunidad Autónoma de Extremadura:***

– Badajoz - Plasencia (2)

Se han resaltado en negrita los servicios de obligación por servicio público del Cofemanex que solamente es el servicio Madrid-Puertollano-Badajoz. El Consejo de Ministros de 28 de diciembre 2012 aprueba otro servicio entre Alcázar de San Juan y Badajoz.

La línea actualmente ofrece 5 Intercity y 9 Regional Expres gracias al "Plan de Optimización y Mejora del Transporte Ferroviario en Extremadura" firmado entre el Gobierno de Extremadura y Renfe Operadora en julio de 2012. [27]

En el apartado siguiente se detallan todos los servicios de viajeros reales que se realizan actualmente en el Cofemanex.

Fotografía 58. Automotor entrando en Villanueva de la Serena. Badajoz

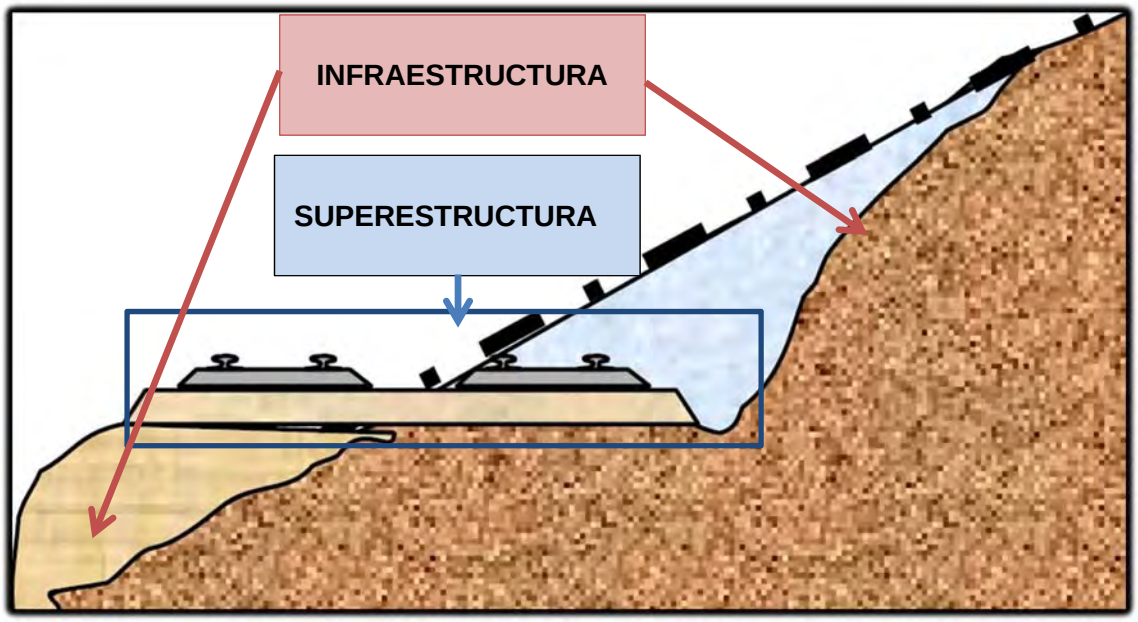
Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

[27]En el apartado 1.3 de esta tesis doctoral, se describe con todo detalle el contenido de este Plan de Optimización y Mejora del Transporte Ferroviario en Extremadura.

1.16.- ESTUDIO DE COSTES DE UNA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA

Para poder realizar un programa de inversiones es necesario conocer el coste de las distintas unidades de obra que una infraestructura ferroviaria necesita.

Ilustración 1. Sección tipo de una estructura ferroviaria de doble vía



Fuente: Juan Francisco Coloma Miró sobre esquema de Adif

En una línea ferroviaria se licitan por separado las siguientes unidades de obra.

1.16.1.- Infraestructura

Abarca todas las unidades necesarias hasta la ejecución de la plataforma, que es donde se asienta la **superestructura** de la vía.

En la parte de **infraestructura** se incluyen los movimientos de tierras, todo tipo de estructuras (puentes, viaductos, túneles, pasos superiores o inferiores) y las obras de drenaje necesarias. Se trata por tanto de una partida muy variable y que dependerá de la orografía del terreno y de las vías de comunicación existentes en el entorno de la vía.

También influyen mucho los criterios para los que se diseña la línea. Así por ejemplo, no es lo mismo realizar explanaciones y estructuras para una plataforma de vía doble que para vía única, ni tampoco limitar las pendientes al 12‰ para la circulación de mercancías, o radios de 7.300 m para la alta velocidad de 350 km/h.

Cuanto más estrictos sean los parámetros del trazado, mayores serán los movimientos de tierras y estructuras que son necesarias para poder construir la plataforma ferroviaria.

Fotografía 59. Plataforma de la línea de alta velocidad Madrid-Extremadura a la altura del Fresnal. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

1.16.2.- Superestructura

Incluye el suministro y colocación del balasto, traviesas y carriles. Extremadura dispone de numerosas zonas de naturaleza silícea idóneas para la fabricación y suministro del balasto. Sin embargo la fabricación de traviesas monobloque polivalentes y los carriles UIC-54 y UIC-60 se sirven desde fuera de la región.

Este tipo de unidades son por tanto más constantes y su coste por kilómetro solo variará en función del tipo de material empleado (balasto calizo o silíceo, traviesa monobloque-bibloque, carril UIC-54 o UIC-60, etc.).

Fotografía 60. Superestructura compuesta de balasto silíceo, traviesa monobloque polivalente y carril UIC-54 cerca de Villanueva de la Serena. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

1.16.3.- Señalización

Incluye la señalización de la vía, los bloqueos, los sistemas de comunicación e instalaciones de seguridad que se vayan a instalar en el tramo de vía ferroviaria.

El coste, al igual que la superestructura, solo dependerá del tipo de instalación que se vaya a hacer, siendo posteriormente constante por kilómetro.

1.16.4.- Electrificación de la línea

La electrificación es una unidad en la que puede influir la tensión del suministro (3.000 V, 25.000 V), ubicación de subestaciones de tracción y tipo de catenaria (CA-160 o CA-220). Para un tipo electrificación determinada el coste por kilómetro es también constante.

1.17.- COSTES DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD MADRID-EXTREMADURA

La línea ferroviaria de alta velocidad Madrid-Cáceres-Badajoz se encuentra actualmente en construcción. Se trata de una plataforma para doble vía electrificada y ancho UIC. Sin embargo se están realizando las obras necesarias para la puesta en servicio de un **Tren de Altas Prestaciones (TAP)** entre Plasencia-Badajoz y poder así aprovechar de forma inmediata la plataforma construida.

Actualmente se está colocando balasto, traviesas polivalentes y carriles UIC-60 en ancho ibérico, vía única y sin electrificar para que en 2016 se pueda tener entre Plasencia y Badajoz una línea de altas prestaciones que permita circular los trenes a 200 km/h.

Se trata por tanto, de una infraestructura que no es comparable con el corredor ferroviario de mercancías manchego extremeño (**Cofemanex**). Sin embargo, se ha creído conveniente realizar un cuadro esquemático donde se incluyan las características principales de cada tramo junto con su presupuesto, para poder tener una idea de lo que cuestan este tipo de infraestructuras y poder realizar posteriormente una comparativa con las actuaciones propuestas en el Cofemanex.

Tabla 49. . Cuadro de inversiones en la plataforma de la línea de alta velocidad Madrid-Extremadura

TRAMO	LONGITUD (Km)	PRESUPUESTO LICITACION	PRESUPUESTO ADJUDICACION	BAJA	licitación coste M€/Km	adjudicación coste M€/Km	OBSERVACIONES
1. MADRID-OROPESA	**139,604**						
2,TALAYUELA-CACERES	**125,71**						2 Subestaciones
Talayuela-Arroyo Sta María	8,5	32.610.850,59 €	28.316.001,57 €	13,17%	3,84	3,33	
Arroyo Sta María-**Navalmoral**	6,8						
Navalmoral-Casatejada	10,6	55.353.532,82 €	48.168.644,26 €	12,98%	5,22	4,54	
Casatejada -Toril	9,4						
Toril-Río Tietar	10,7						
Río Tietar-Malpartida Plasencia	11,7						
Malpartida Plasencia-Estación Plasencia/Fuentidueñas	10,9						
Estación Plasencia/Fuentidueñas	3,98	24.323.211,86 €	12.384.350,00 €	49,08%	6,11	3,11	
Estación Plasencia/Fuentidueñas-Arroyo de la Charca	6,42	29.632.120,68 €	13.770.045,63 €	53,53%	4,62	2,14	
Arroyo de la Charca-Grimaldo	6,41	46.855.101,46 €	22.490.449,08 €	52,00%	7,31	3,51	
Grimaldo-Casas de Millán	6,6	126.828.409,18 €	108.989.652,07 €	14,07%	19,22	16,51	Túnel Sta Marina 3.595 m
Casas de Millán-Cañaveral	6,6	77.575.237,20 €	66.225.979,99 €	14,63%	11,75	10,03	Viaducto arroyo Valtravieso 1.596m
Cañaveral-Embalse de Alcántara	6,5	73.609.761,76 €	64.850.200,11 €	11,90%	11,32	9,98	Viaducto río Tajo 1.488m
Embalse de Alcántara-Garrovillas	6,3	106.260.194,20 €	96.483.156,66 €	9,20%	16,87	15,31	Viaducto río Almonte 996m
Garrovillas-Casar de Cáceres	7,2	30.704.761,39 €	26.673.226,23 €	13,13%	4,26	3,70	
Casar de Cáceres-**Cáceres**	7,1	23.506.846,23 €	20.229.991,87 €	13,94%	3,31	2,85	
3, ACCESOS CACERES	**14**						
4,CACERES-MÉRIDA	**40,46**						
Cáceres-Aldea del Cano	23,5	65.565.620,48 €	42.139.024,28 €	35,73%	2,79	1,79	PAET en Aldea del Cano
Aldea del Cano-Mérida	16,96	63.149.817,42 €	46.926.376,73 €	25,69%	3,72	2,77	Túnel Puerto Viejo. Sierra San Pedro 1.000 m
5,ACCESOS MERIDA	**17,36**						
San Rafael-Cuarto de Jara	8,72	38.506.922,75 €					
Cuarto de Jara-Arroyo de la Albuera	8,64	34.595.017,98 €	16.505.283,00 €	52,29%	4,00	1,91	
6,MÉRIDA-BADAJOZ	**36,2**						
Mérida-Montijo	16	86.480.502,85 €	57.959.233,01 €	32,98%	5,41	3,62	PAET enMontijo
Montijo-Badajoz	20,2	64.350.441,18 €	41.138.429,93 €	36,07%	3,19	2,04	
7,BADAJOZ-FRONTERA-PORTUGUESA							
8,ESTACION INTERNACIONAL ELVAS/BADAJOZ							
TOTALES		**979.908.350,03 €**	**713.250.044,42 €**	**27,21%**	**5,76**	**4,19**	

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró a partir de datos de Adif

Fotografía 61. Puente arco sobre el río Almonte en la línea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

De forma resumida se puede concluir que las obras de **infraestructura** de la plataforma de la línea de alta velocidad Madrid-Extremadura está costando una media de 5,76 M€ /km[28]

Los tramos de coste unitario mayor se concentran en los que poseen estructuras singulares. El túnel de Santa Marina se incluye en el tramo Grimaldo-Casa de Millán cuyo coste unitario asciende a la cantidad 19,22 M€ /km También son importantes los costes unitarios de los tramos que incluyen los puentes arco sobre el río Almonte y el Tajo. El puente sobre el río Almonte se incluye en el tramo Embalse de Alcántara-Garrovillas y su coste unitario asciende a 16,87 M€ /km, mientras que el puente sobre el río Tajo se incluye en el tramo Cañaveral-Embalse de Alcántara y tiene un coste unitario de 11,32 M€ /km.

Por otro lado están los tramos de orografía menos compleja y coste de plataforma menor como son Montijo –Badajoz (3,19 M€ /km) y Casar de Cáceres-Cáceres (3,31 M€ /km).

[28] Coste unitario sobre los presupuestos bases de licitación.

Fotografía 62. Boca de entrada del Túnel de Santa Marina en la línea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

PARTE I
INGENIERÍA

PARTE I. INGENIERÍA

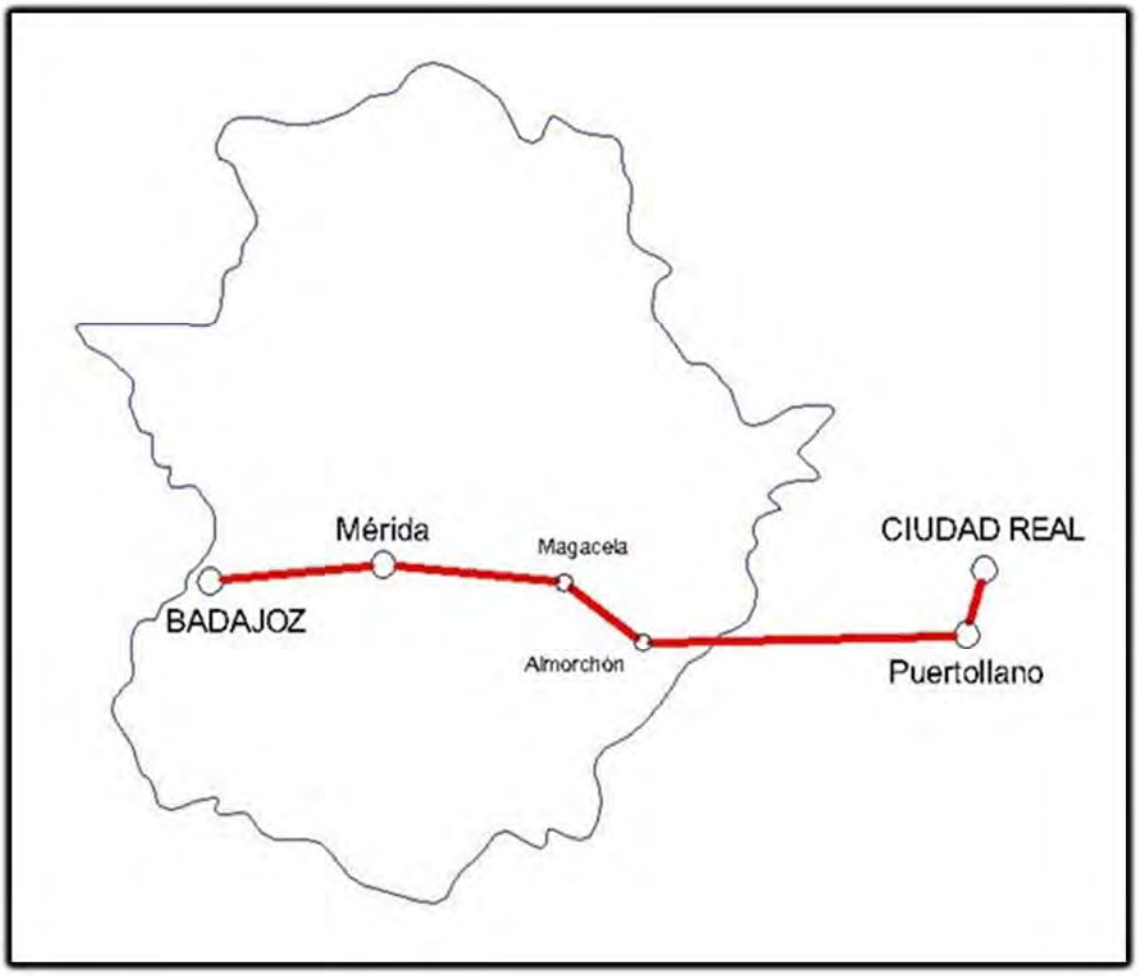
2.- ANÁLISIS DEL SISTEMA FERROVIARIO EN EL CORREDOR

2.1.- EL SISTEMA FERROVIARIO EXTREMEÑO

2.1.1.- Antecedentes históricos

En el apartado 1.1 "*Evolución histórica de la línea de ferrocarril Ciudad Real-Badajoz*" se analiza de forma exhaustiva la historia de la línea objeto de esta tesis doctoral. A continuación se ilustra de forma gráfica y resumida, la evolución del ferrocarril en Extremadura a lo largo del tiempo, desde su creación hasta la actualidad.

Gráfico 87. Situación de la red ferroviaria de Extremadura en el año 1866

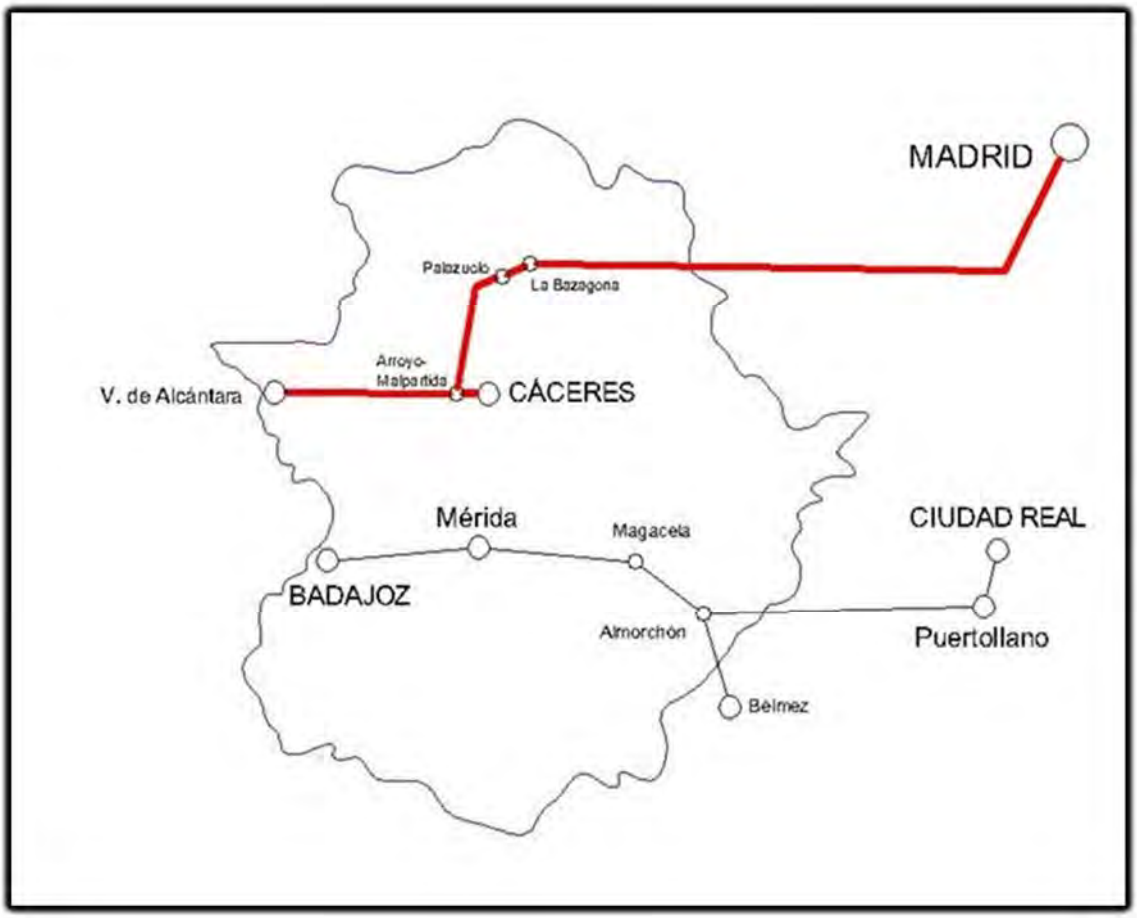


Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

La línea Ciudad Real-Badajoz es una línea de ferrocarril de 337,3 kilómetros de longitud que supuso la primera ruta abierta hacía Extremadura desde el centro peninsular. En 1861 comenzó siendo gestionada por **la Compañía de los Ferrocarriles de Ciudad Real-Badajoz (CRB)** y a partir de 1880 por la **Compañía Madrid-Zaragoza-Alicante (MZA)**.

El 22 de noviembre de 1866 se puso en servicio toda la línea hasta la frontera portuguesa, en tanto que la inauguración oficial por Isabel II, tuvo lugar el 11 de diciembre del mismo año.

Gráfico 88. Situación de la red ferroviaria de Extremadura en el año 1881

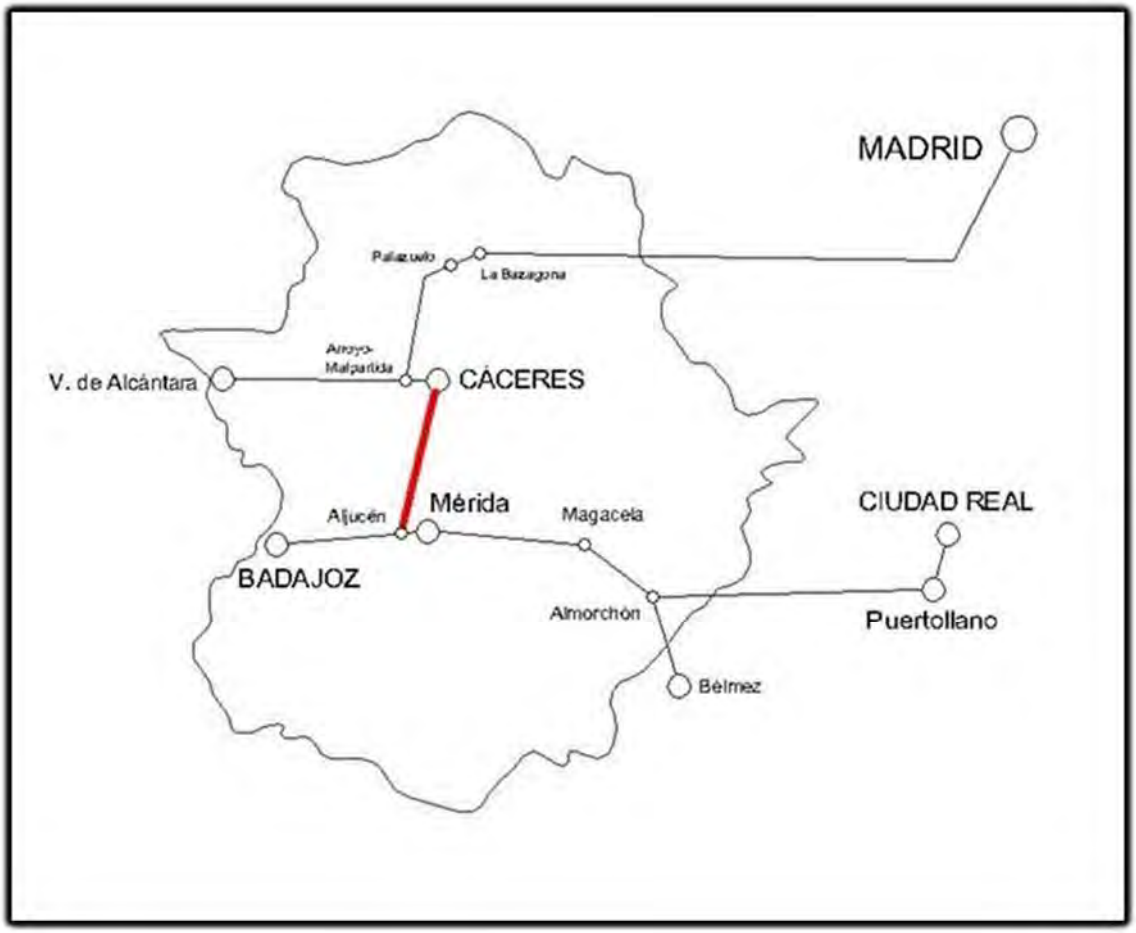


Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

La línea Madrid-Valencia de Alcántara es una línea de ferrocarril de 420 kilómetros de longitud. Es una de las dos principales rutas clásicas hacia Extremadura y la frontera portuguesa desde Madrid, pasando por el norte de Castilla-La Mancha.

Fue abierta al tráfico el 20 de octubre de 1881 y explotada inicialmente por la Compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Cáceres y Portugal, o **MCP**. Nació con vocación internacional respaldada por la Compañía Real de los Caminos de Hierro Portugueses y como alternativa mucho más directa que la que conectaba Madrid con Extremadura por Ciudad Real, Mérida y Badajoz. Desde 2012, el cierre de líneas en Portugal, hizo que su uso se limitara a trenes españoles. La ruta Madrid-Lisboa pasó a realizarse por Salamanca y Fuentes de Oñoro.

Gráfico 89. Situación de la red ferroviaria de Extremadura en el año 1884



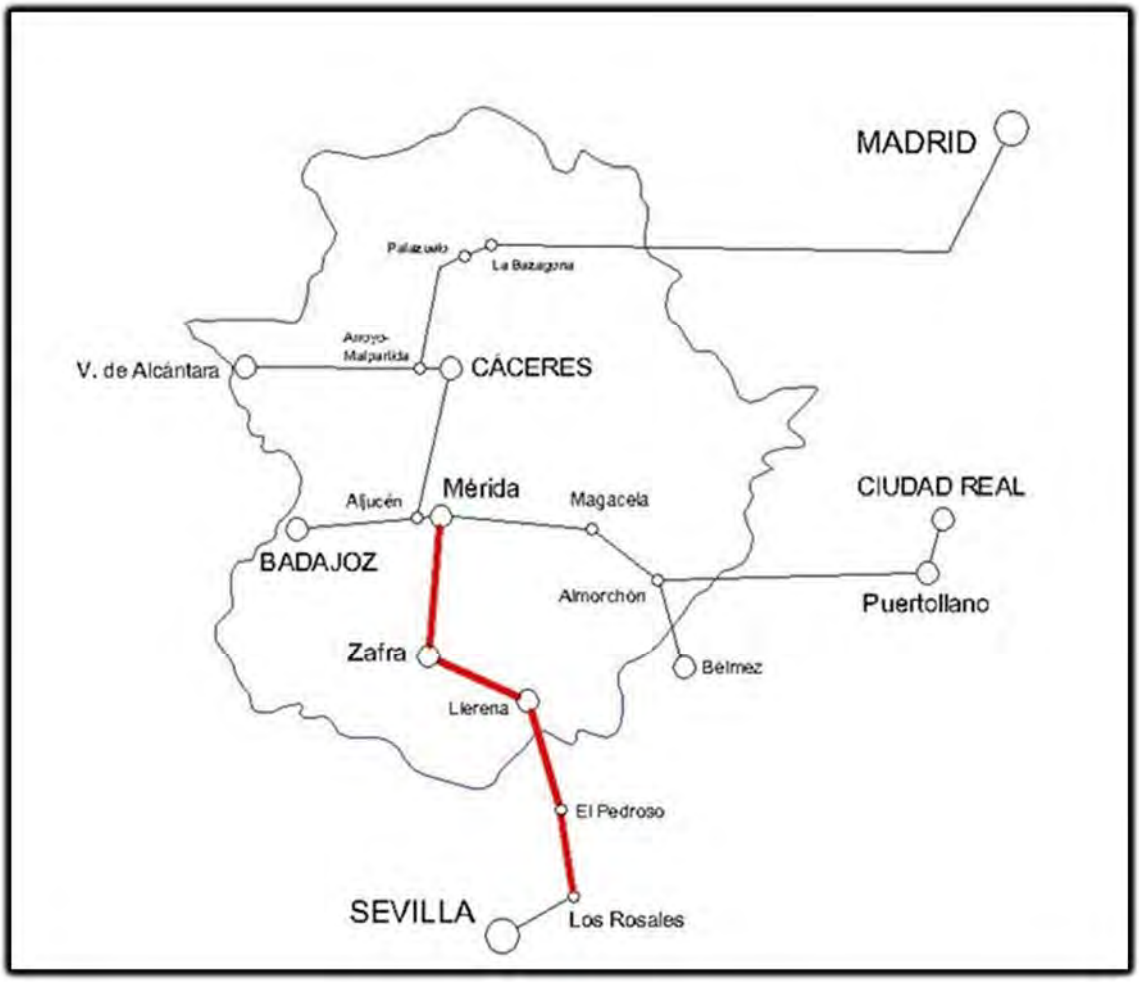
Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

La Ley General de Ferrocarriles de 23 de noviembre de 1877 contemplaba el trazado de una nueva Línea de Ferrocarril Transversal, paralela a la frontera portuguesa.

El **Proyecto de Ley de Línea Transversal**[29] se apoyaba en el enlace directo de Cádiz a Gijón sobre un trayecto de 1.132 km basado en los ferrocarriles que se encontraban en parte construidos.

[29] Real Orden de 20 de mayo de 1882

Gráfico 90. Situación de la red ferroviaria de Extremadura en el año 1885



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

La línea ferroviaria *Mérida-Los Rosales* forma parte de la Vía de la Plata ferroviaria. Se trata de una línea de vía única no electrificada de 205 km que da servicio a municipios de la provincia de Badajoz y el norte de la provincia de Sevilla. Fue gestionada por **MZA**

Gráfico 91. Situación de la red ferroviaria de Extremadura en el año 1889

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

La Compañía del Ferrocarril de Zafra a Huelva (ZH) fue una empresa ferroviaria española creada en 1884 y que tuvo bajo su cargo la línea ferroviaria que partía en Zafra y acababa en Huelva. Desde un principio la compañía no fue rentable, pero a pesar de ello fue de las pocas que acabó sobreviviendo hasta la creación de Renfe sin ser adquirida por alguna de las grandes compañías ferroviarias existentes en el país. El 1 de enero de 1889 se termina por completo la construcción del tramo ferroviario Zafra-Huelva.

Gráfico 92. Situación de la red ferroviaria de Extremadura en el año 1896

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

El 1 de agosto de 1894 se pone en servicio el tramo Hervás a Béjar (20,00 km) por la **Compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Cáceres y Portugal y del Oeste de España**. La unión con Salamanca se termina el 15 de abril de 1896.

2.1.2.- Situación a octubre de 2014 de la red ferroviaria extremeña

La red ferroviaria de la Comunidad Autónoma de Extremadura ha venido históricamente padeciendo carencias en sus infraestructuras que han impedido el desarrollo y avance del transporte ferroviario en la región. Esto, unido a la reducida densidad de población, al escaso mantenimiento de esta red y al desarrollo que en los últimos años ha tenido las infraestructuras viarias en la Comunidad, ha provocado que el ferrocarril juegue un papel casi testimonial en la región.

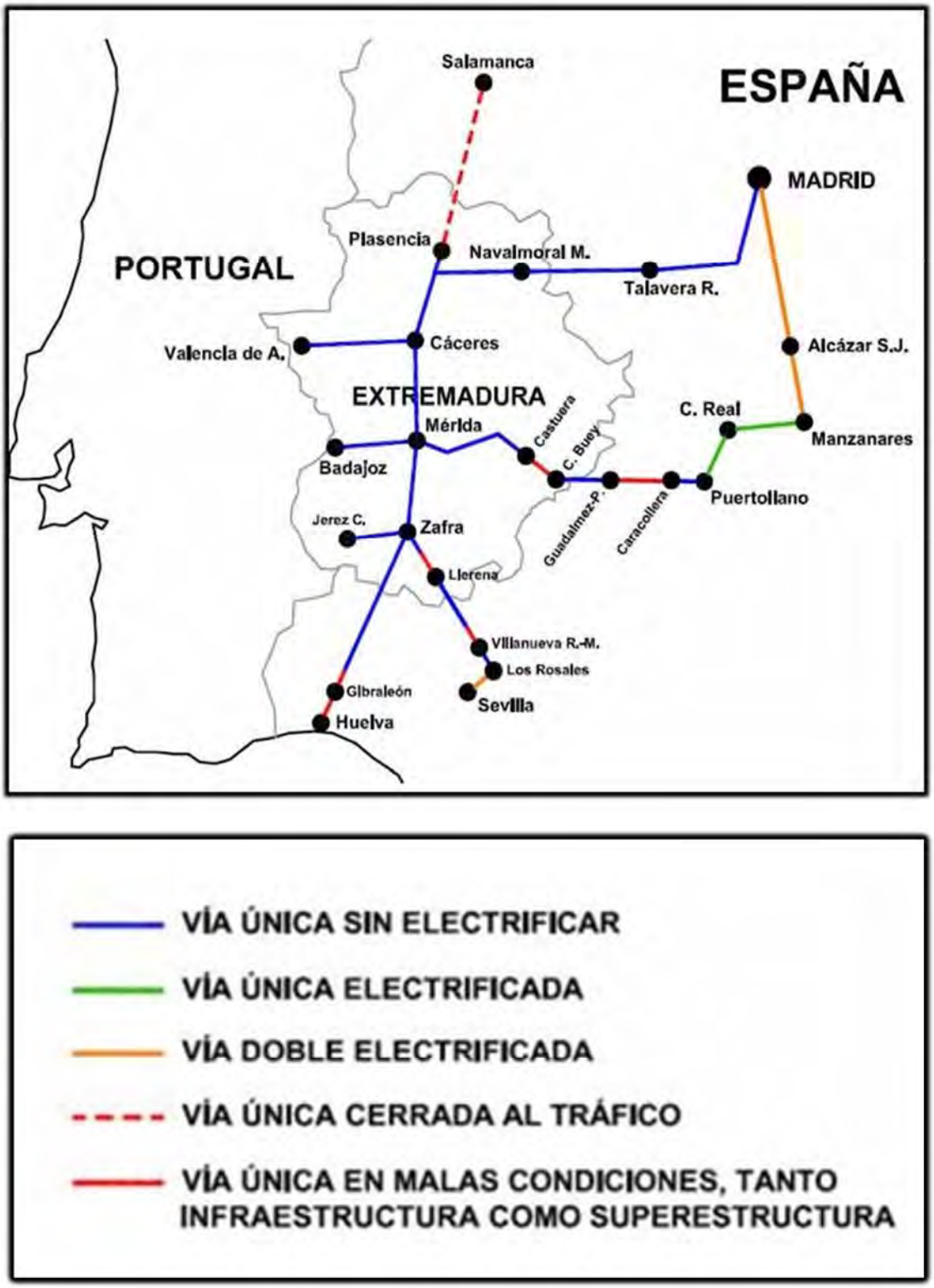
Por ello, en la última década la Junta de Extremadura ha venido realizando importantes esfuerzos por revertir esta situación y revitalizar este medio de transporte. De hecho, y sin tener competencias en materia ferroviaria, entre 2004 y 2010 el ejecutivo autonómico mantuvo convenios con Renfe y Adif por los que realizó grandes inversiones para renovar las infraestructuras y mantener los servicios ferroviarios de la Comunidad.

Sin embargo estas actuaciones, a pesar de suponer una notable mejora de las principales líneas interiores regionales, no llegaron a lograr el resultado esperado, al no completarse ni tener continuidad en los trayectos limítrofes con la región, trayectos que se encontraban (y siguen estando) en igual o incluso peor estado que los que se modernizaron dentro de la Comunidad. Estos tramos aún pendientes de renovar siguen constituyendo cuellos de botella que, al formar parte de la misma línea, impiden el aprovechamiento completo de los corredores y provocan una muy deficiente explotación en los servicios ferroviarios.

En julio 2012, el Gobierno de Extremadura alcanza un nuevo acuerdo con el Ministerio de Fomento para mejorar y optimizar el transporte ferroviario en la Comunidad[30], con el fin de lograr el salto de calidad que este se merece después de tantos años de abandono. Este nuevo proyecto contempla la reestructuración del servicio ferroviario actual, la mejora de la principal conexión con Madrid mediante el aprovechamiento progresivo de las plataformas de la LAV en construcción entre Plasencia y Badajoz, así como la conclusión de las obras que quedaron pendientes para completar la mejora de la red ferroviaria interior de la Comunidad.

[30] Véase el apartado 1.3 "*Plan de Optimización y Mejora del Transporte Ferroviario en Extremadura. Año 2012*"

Gráfico 93. Mapa de las líneas ferroviarias convencionales de acceso a Extremadura. Octubre 2014



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

No obstante, y a pesar de que estas actuaciones van a suponer un salto cualitativo en las comunicaciones ferroviarias extremeñas, aún quedaría pendiente la mejora de las líneas convencionales que comunican Extremadura con Puertollano, Sevilla y Huelva y que son esenciales para los intereses de la región. Esto permitiría ofrecer servicios de viajeros en dichos recorridos con tiempos competitivos y, sobre todo, potenciar el tráfico de mercancías, en la actualidad prácticamente inexistente por el deficiente estado que presenta gran parte de estas infraestructuras.

Además se da el agravante de que, de las escasos tramos de vía férrea en malas condiciones que aún quedan en España y que se continúan explotando en las mismas condiciones que hace cincuenta años, la mayor parte de ellos se encuentran en esas líneas que llegan a Extremadura: **Ciudad Real-Badajoz**, Mérida- Sevilla y Zafra-Huelva. Esta situación es, debido a ello, la principal causa del retraso histórico que padecen las comunicaciones ferroviarias extremeñas.

2.1.2.1.- Actuaciones previstas por el Ministerio de Fomento para Extremadura

Se resume a continuación cuáles son las acciones señaladas por el Ministerio de Fomento respecto al Ave de Extremadura en los siguientes puntos[31]:

1) Explotación a medio plazo usando la infraestructura de alta velocidad ya construida, en construcción o pendiente de licitar entre Plasencia y Badajoz, de servicios ferroviarios convencionales entre Madrid y Badajoz con tiempos de 3 horas y 35 minutos, 3 horas y 14 minutos a Mérida y 2 horas y 39 minutos a Cáceres.

2) La licitación de los cinco tramos de plataforma que aún quedaban pendientes entre Plasencia y Badajoz. En concreto, ADIF ha licitado entre los años 2013 y 2014 los tramos siguientes: Estación de Plasencia, Estación de Plasencia-Arroyo de la Charca, Arroyo de la Charca-Grimaldo, San Rafael-Cuarto de la Jara y Cuarto de la Jara-Arroyo de la Albufera.

También se realizarán obras de adecuación en la **red convencional** que comunica Madrid con Badajoz, encaminadas a la mejora de las condiciones de la vía entre Madrid y Navalmoral de la Mata, así como entre **Aljucén y Mérida**[32].

Lo que queda claro de este anuncio realizado por el Ministerio de Fomento, es que la intención que se pretende, es poner en uso la infraestructura actualmente en ejecución para mejorar los servicios ferroviarios extremeños. Esto implica necesariamente una mejora de tiempos de la media y larga distancia actual, usando los trenes diésel actuales.

Es por ello, que muy probablemente la puesta en servicio que indica la nota de Fomento de los trazados indicados, se haga en vía única con traviesa polivalente (para la futura migración a ancho UIC), y sin electrificar. A largo plazo, posiblemente se plantee la instalación de una segunda vía en ancho internacional e incluso la electrificación de la línea, además de la licitación de los tramos pendientes desde Navalmoral hasta Pantoja (Toledo).

Con respecto a la salida por Portugal, se señala que ambos países han acordado dotar al ferrocarril de condiciones para el transporte de mercancías de alta capacidad a través de la introducción gradual del ancho de vía europeo, de la electrificación y de la creación de condiciones en la infraestructura para la circulación de trenes de mercancías de 750 metros.

---

[31] En los apartados 1.5.6 y 1.5.7 se explica con mayor detalle las actuaciones previstas en el corredor de alta velocidad extremeño. Además se representa en un gráfico el esquema de la situación a octubre 2014 de las obras de la línea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura-frontera portuguesa.

[32] El tramo Aljucén-Mérida ha sido completamente renovado entre agosto y septiembre de 2014.

2.2.- FERROCARRIL PUERTOLLANO-BADAJOZ. COFEMANEX

La línea férrea manchego-extremeña que une Puertollano con Badajoz (Cofemanex) es un trayecto ferroviario que forma parte del antiguo ferrocarril Madrid- Ciudad Real-Badajoz (desde el PK 213/700 al PK 517/610)[33]. Tiene una longitud de 303,91 km y discurre de forma transversal (de este a oeste) por la Comunidad Autónoma de Castilla la Mancha (112 km desde Puertollano hasta Cabeza de Buey) y, en su mayor parte, por la de Extremadura (187 km desde Cabeza de Buey hasta Badajoz). Todo el trayecto es de vía única en ancho ibérico sin electrificar, dispone de ASFA y es regulado mediante bloqueo automático (en un 45% del recorrido) y bloqueo telefónico. La propiedad y gestión de la línea son competencias exclusivas de Adif, y forma parte de la red ferroviaria estatal de interés general.

Este trayecto, por su posición estratégica, también constituye parte del corredor Sines-Puertollano-Madrid-Zaragoza-París, denominado Corredor Central (antiguo Eje 16), incluido en la Red Global de la Red Transeuropea de Transportes para el tráfico de mercancías, si bien la reciente pérdida del carácter prioritario que tenía este corredor ha relegado este recorrido a la red secundaria de apoyo a los corredores de la Red Básica Atlántico y Mediterráneo.

No obstante, y aunque en los primeros años del siglo XXI parte del trayecto fue modernizado (sobre todo en su recorrido por Extremadura), su carácter secundario, la falta de inversiones desde 2008 y las escasas circulaciones que soporta han provocado que continúe presentando graves deficiencias en muchos tramos, por lo que su renovación y mejora sería indispensable de cara a aumentar su capacidad y prestaciones, especialmente para el tráfico de mercancías.

Actualmente la línea solo cuenta con tráficos de viajeros de media distancia (regionales) prestados por Renfe Operadora.

Estos servicios abarcan todo el recorrido, si bien en la zona extremeña tienen más frecuencias y prestaciones, especialmente entre Villanueva de la Serena y Badajoz (la parte del trayecto con mejor infraestructura). La línea sirve también de conexión a los trenes procedentes de Extremadura con la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla en la estación de Puertollano. En cuanto al tráfico de mercancías, este es muy escaso, contando en la actualidad únicamente con un movimiento estable de trenes carboneros entre la Nava de Puertollano y Almorchón, algunas lanzaderas de cereal entre Don Benito y Badajoz y el transporte intermodal de tomate, aceituna y vino que se viene realizando desde febrero de este año enter Mérida y Lisboa. En el apartado 4 de esta tesis doctoral, se detallan todas las circulaciones que se están produciendo actualmente en la red.

[33] El Cofemanex incluye un tramo final de 5,31 km existente entre la estación de Badajoz y el Límite de la Frontera con Portugal. Si se analiza exclusivamente la distancia entre las estaciones de inicio (Puertollano PK 213/700) y final (Badajoz PK 512/300) del Cofemanex, esta es de 298,6 km.

Fotografía 63. Ferrocarril Ciudad Real –Badajoz. Tramo Castuera- Almorchón. Pasos superiores de la EX-104 y antigua C-420. Carril RN-45 y traviesas de madera

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Queda claro que las muchas carencias que aún tiene el trayecto, especialmente entre Castuera y Brazatortas, merman en gran medida las prestaciones de los servicios ferroviarios que actualmente se realizan, impidiendo un posible aumento de capacidades y frecuencias.

2.3.- INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA. ANÁLISIS POR TRAMOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y ACTUACIONES EN EJECUCIÓN

Los 299 kilómetros que existen entre Puertollano y Badajoz se han dividido en 9 tramos que tienen una homogeneidad en el trazado y en su superestructura. Se facilita de esta forma la caracterización de cada uno de los tramos, describiendo el estado de su situación actual y la historia de las actuaciones, que sobre ellos, se han realizado.

Los puntos kilométricos (PP.KK.) de referencia se corresponden con los de la línea férrea Ciudad Real-Badajoz, y son los empleados en todas las partes del proyecto.

2.3.1.- Puertollano-Brazatortas (PP.KK. 213/700-232/600)

El trayecto hacia Extremadura parte de la estación de Puertollano, donde comparte estación con la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla, y discurre paralelo a la misma hasta la estación de Brazatortas-Veredas. Este recorrido tiene una longitud de 18,9 km e incluye también la estación de mercancías de la Nava de Puertollano, de donde parte el ramal a la zona industrial. A partir de Puertollano, en dirección Ciudad Real, la línea ya está electrificada a 3.000 V. en corriente continua (CC).

El trazado es favorable tanto en planta como en perfil, con pendientes suaves, alineaciones rectas y curvas de radio amplio, a excepción de un salto de carnero que

efectúa a unos 5 km de Brazatortas para pasar sobre la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla.

La superestructura de la vía fue totalmente rehabilitada entre 2006 y 2007 con carril soldado de 45/54 kg/m y traviesas de hormigón bibloque de tipo RS y BR. La velocidad máxima es de 120 km/h, aunque con una renovación integral se podrían alcanzar los 160 km/h.

Fotografía 64. Tren chatarrero en Puertollano. Ciudad Real

Fuente: Juan Sánchez

Fotografía 65. Estación de Brazatortas-Veredas

Fuente: Juan Sánchez

El trayecto tiene **ASFA** (Anuncio de Señales y Frenado Automático) y está regulado con **BLAU** (Bloqueo por Liberación Automático en vía Única) y **CTC** (Control de Tráfico Centralizado). Dispone de señales luminosas y enclavamientos electrónicos.

2.3.2.- Brazatortas-Caracollera (PP.KK. 232/600-247/500)

Continúa la línea desde Brazatortas-Veredas hasta la estación de Caracollera. Es un tramo de 15 km con un trazado favorable, pero con un perfil más exigente, llegando a pendientes de hasta 17 milésimas en dirección Puertollano. En este recorrido se encuentra el punto de mayor altitud de la línea, con 747 m sobre el nivel del mar.

Fotografía 66. Salida de la estación de Caracollera lado Badajoz y marmita de cambio de aguja con señal indicadora de posición tipo MZA.

Fuente: Antonio E.Martín Miranda

La superestructura de la vía fue totalmente rehabilitada entre 2005 y 2006, y cuenta con carril soldado de 45 kg/m y traviesas de hormigón bibloque BR alternadas con traviesas de madera. Existen otros tramos próximos ya a Caracollera con carril de 54 kg/ml y traviesas de hormigón bibloque RS. La velocidad máxima es de 110-125 km/h, con algunas curvas limitadas a 90 km/h.

A partir de Brazatortas el bloqueo es telefónico y las señales son mecánicas, al igual que los enclavamientos. A pesar de ello, el trayecto cuenta con ASFA, al igual que el resto de la línea.

2.3.3.- Caracollera-Guadálmez Pedroches (PP.KK. 247/500 – 294/300)

Es el tramo de la línea que desciende hasta el valle de Los Pedroches. Es un recorrido de 46,8 km desde la estación de Caracollera hasta la de Guadálmez-Los Pedroches, e incluye la estación intermedia de Almadenejos-Almadén (PK 272/900) y las dependencias abandonadas hace décadas de El Madroñal-Fontanosas, Alamillo y Chillón.

Fotografía 67. Estación de Almadenejos-Almaden

Fuente: Antonio E.Martín Miranda

El trazado es sinuoso, con numerosas curvas de hasta 400 m de radio, lo que reduce en gran medida las velocidades máximas, aunque las mayores restricciones vienen impuestas por el mal estado de la vía, limitada a 60 km/h en todo el tramo. Y es que toda la superestructura está formada por carril de 45 kg/m en barra corta y traviesas de madera, materiales que en su mayor parte datan de principios del siglo XX. El balasto es calizo e impide el bateo mecanizado, con lo que el mantenimiento es prácticamente nulo.

Los sistemas de seguridad, al igual que el tramo anterior, se realizan con bloqueo telefónico y señales mecánicas, del mismo modo que hace 60 años.

Se trata, sin duda, de uno de los tramos más deficientes de toda la línea, siendo también uno de los peores recorridos ferroviarios de toda la red estatal.

Fotografía 68. Chillón, 25-08-2014. Tren 18770 (Regional Exprés Puertollano - Badajoz) pasando por el puente sobre río Guadálmez.

Fuente: Antonio E.Martín Miranda

2.3.4.- Guadálmez Pedroches-Cabeza del Buey (PP.KK. 294/300-325/300).

Desde Guadálmez-Los Pedroches se avanza hasta Cabeza del Buey, la primera estación en Extremadura. Son 31 km en los que se pasa por la antigua estación de Belalcázar (que se encuentra en un pequeño entrante de la provincia de Córdoba) y el túnel de Las Cabras, infraestructura que marca la entrada a la provincia de Badajoz. Es además el único túnel que tiene la línea.

Desde Guadálmez hasta Belalcázar (unos 15 km) el trazado es descendente y con perfil favorable. En parte de este recorrido se alcanzan hasta 110 km/h. Sin embargo, desde Belalcázar hasta Cabeza del Buey el trayecto es ascendente y sinuoso, lo que hace que la velocidad máxima no supere los 85 km/h.

Fotografía 69. Guadálmez - Los Pedroches, 25-08-2014. Panorámica actual de la estación

Fuente: Antonio E.Martín Miranda

La vía se encuentra completamente renovada con carril de 54 kg/m soldado y traviesas de hormigón monobloque polivalente desde la estación de Guadálmez-Los Pedroches (incluyendo la propia estación) hasta unos 5 km en dirección Cabeza del Buey. Desde ese punto hasta Belalcázar se hizo una rehabilitación hace unos 7 años con carril de 45 kg/m soldado y traviesas de hormigón bibloque y madera. Desde Belalcázar hasta Cabeza del Buey (15 km) la superestructura cuenta con carril de 45 kg/m soldado y traviesas de hormigón bibloque RS, aunque ya en avanzado estado de desgaste, pues se trata de una renovación realizada a finales de los años sesenta del pasado siglo.

Los sistemas de seguridad, al igual que el tramo anterior, se realizan con bloqueo telefónico y señales mecánicas, si bien existen algunos pasos a nivel automatizados.

Fotografía 70. Túnel de las Cabras. Lado Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 71. Belalcázar, 28-08-2014. Tren 85101 procedente de La Alhondiguilla, pasa por la estación de Belalcázar en su camino hasta La Nava de Puertollano.

Fuente: Antonio E.Martín Miranda

2.3.5.- Cabeza del Buey-Castuera (PP.KK. 325/300-356/000)

Este trayecto tiene una longitud de 31 km. Comienza en la estación de Cabeza del Buey y a los 6 km pasa por Almorchón (PK 331/700), estación empalme de donde parte la antigua línea hacia Bélmez y Córdoba, hoy todavía en uso hasta La Alhondiguilla para el suministro de carbón a la central térmica de Puentenuevo. Desde Almorchón hasta Castuera son 26 km sin más dependencias que el abandonado apeadero de El Quintillo.

Fotografía 72. Vía entre el Quintillo y Castuera

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

El trazado es favorable, tanto en planta como alzado, en ligero descenso y con largas alineaciones rectas que podrían permitir gran velocidad. Sin embargo todo el trayecto, a excepción de unos 5 km entre Cabeza del Buey y Almorchón, se encuentra limitado a 50 km/h por el pésimo estado de la superestructura de la vía, formada por carril de 45 kg/m en barra corta, traviesas de madera y balasto calizo. Es importante destacar también la ausencia total de drenajes longitudinales y de cunetas hormigonadas.

El mal estado y deterioro que presenta la vía, con materiales de hace casi un siglo, así como la antigüedad de los enclavamientos e instalaciones de seguridad, hacen de este tramo el peor de toda la línea desde Puertollano hasta Badajoz.

Fotografía 73. Tren carbonero entrando en la estación de Almorchón

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.3.6.- Castuera-Villanueva de la Serena (PP.KK. 356/000-394/100)

A partir de Castuera la línea mejora notablemente, con prestaciones ya propias de un ferrocarril moderno. Son 38 km hasta Villanueva de la Serena, pasando por la abandonada estación de Quintana, el apeadero en uso de Campanario (PK 374/800) y la cerrada de Magacela.

El trazado es suave, aunque más en planta que en alzado, pues aun manteniendo alineaciones rectas y curvas amplias, presenta fuertes rampas, tanto en el descenso desde Castuera a Quintana, como en la subida desde Quintana a Campanario.

La vía fue completamente renovada entre 2006 y 2007, con carril regenerado de 54 kg/m soldado en barra larga y traviesas de hormigón, tanto de tipo monobloque, como bibloque RS. En el mismo periodo se procedió a la supresión de todos los pasos a nivel del trayecto mediante la construcción de pasos superiores e inferiores. Esto permite que se pueda circular a velocidades de 140-160 km/h en buena parte del recorrido.

Señalar que estas obras, que supusieron una inversión de 13,5 M€, fueron realizadas por el Ministerio de Fomento y Adif de acuerdo al convenio de colaboración establecido con la Junta de Extremadura para la mejora de la red ferroviaria interior de la Comunidad.

Fotografía 74. P.N. suprimido en la vía pecuaria Vereda de Zalamea. Trayecto Castuera-Campanario

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 75. Estación de Castuera

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 76. Tramo de vía cercano a la estación abandonada de Magacela

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.3.7.- Villanueva de la Serena-Mérida (PP.KK. 394/100-453/000)

EL trayecto desde Villanueva de la Serena hasta Mérida tiene 59 km de longitud y discurre por las Vegas Altas del Guadiana, casi de forma paralela al río del mismo nombre. Cuenta con las estaciones de Don Benito, Medellín (abandonada), Valdetorres (apeadero), Guareña, Villagonzalo (sin servicio), la Zarza (abandonado) y Don Álvaro (sin servicio).

La vía fue completamente renovada entre 2004 y 2007, con carril de 54 kg/m soldado en barra larga y traviesas de hormigón monobloque polivalente. En el mismo periodo se procedió a la supresión de todos los pasos a nivel del trayecto mediante la construcción de pasos superiores e inferiores. Esto, y el perfil favorable del trazado, permiten que se pueda circular a la velocidad máxima de 160 km/h en casi todo el recorrido.

A partir de Villanueva el bloqueo pasa a ser automático, de tipo BLAU controlado por CTC, con señalización luminosa y enclavamientos electrónicos. El trayecto también dispone de tren-tierra. La mejora de estas instalaciones se llevó a cabo de forma paralela a la renovación de la vía.

Fotografía 77. Estación de Don Benito

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 78. Estación de Villanueva de la Serena

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Todas estas actuaciones, que supusieron una inversión de 61,5 M€, fueron realizadas por el Ministerio de Fomento y Adif de acuerdo al convenio de colaboración establecido con la Junta de Extremadura para la mejora de la red ferroviaria interior de la Comunidad.

En cuanto a servicios, este es uno de los tramos de la línea con más frecuencias, disponiendo en la actualidad de 5 relaciones diarias de ida y vuelta con Badajoz, de las cuales dos nacen en Villanueva, una procede de Cabeza del Buey, otra de Puertollano y una última de Alcázar de San Juan.

Fotografía 79. Vía entre Guareña y Don Benito. Paso superior de la BA-088

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 80. Puente sobre el Guadiana en Zarza de Alange, cerca de Mérida

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.3.8.- Mérida-Aljucén (PP.KK. 453/000-459/100)

La estación de Mérida es el nudo ferroviario de Extremadura. En sus andenes confluyen las líneas de Puertollano a Badajoz, la de Mérida a Los Rosales (Sevilla), así como la de Madrid por Cáceres y Plasencia. Precisamente este último trayecto empalma con el Puertollano-Badajoz en la cercana estación del río Aljucén, compartiendo ambos vía hasta Mérida (unos 6 km).

El trayecto hasta Aljucén es llano pero sinuoso, discurriendo en paralelo al río Guadiana. Hasta septiembre de 2014, la velocidad máxima estaba limitada a 70 km/h por el mal estado de la vía, formada por carril de 45 kg/m en barra corta sobre traviesas de madera. [34]

Actualmente se limita a 90 km/h y está compuesta de barra UIC-54 de 16 m de longitud con juntas y traviesas polivalentes de hormigón monobloque PR-01.

Fotografía 81. Curva pronunciada con limitación de 90 km/h cerca de la estación de Mérida. Al fondo el acueducto de los Milagros. Superestructura renovada con carril UIC-54 y traviesa de hormigón monobloque polivalente PR-01

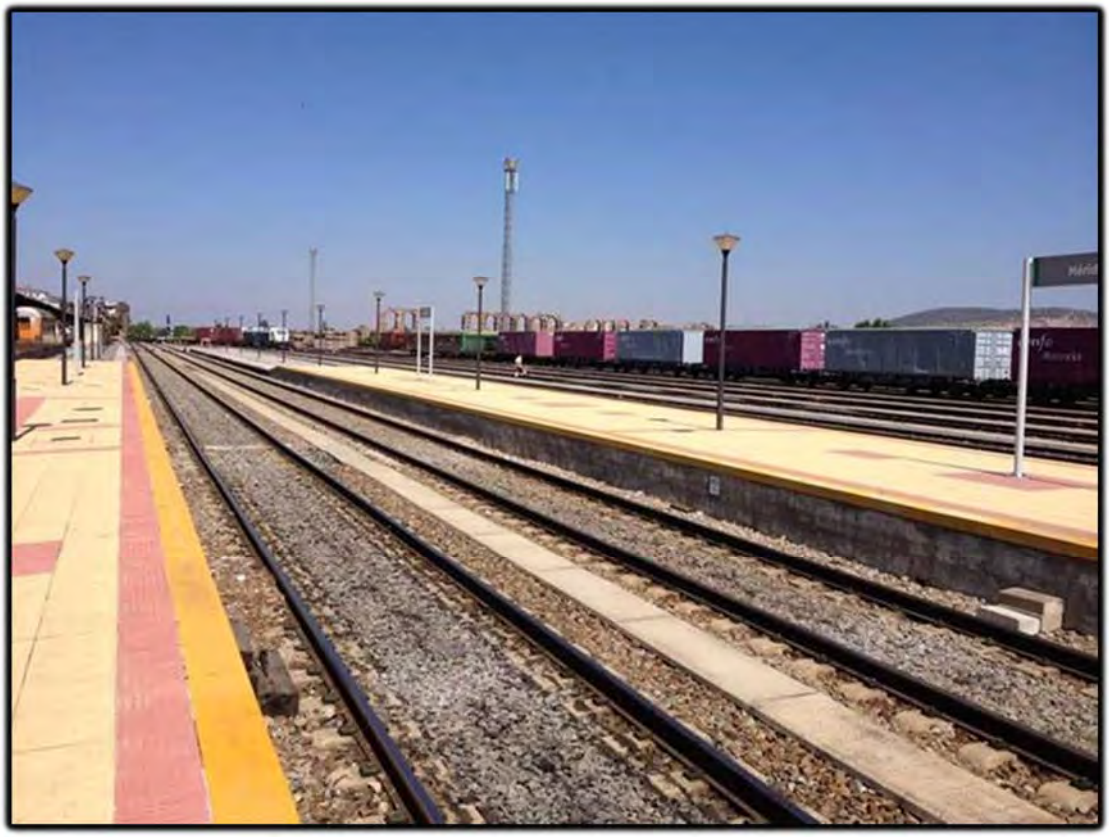
Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Inicialmente este tramo no había sido renovado por la posible afectación de la línea de alta velocidad Madrid-Extremadura en su accesos a Mérida, pero ante los retrasos que acumula la puesta en marcha de la **LAV**., Adif procedió a la ejecución de las obras de renovación de vía en este recorrido, terminándose el 17 de septiembre de 2014.

Desde febrero de 2014 la terminal de mercancías de Mérida (San Lázaro) ha recuperado su actividad a través de la empresa Desarrollo Logístico Extremeño.

[34] Pendiente de ejecución la Barra Larga Soldada (BLS)

Fotografía 82. Tren de mercancías entrando en el Centro Logístico de San Lázaro de Mérida



Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Entre Mérida y Badajoz el bloqueo pasa a ser de tipo **BAU** (Bloqueo automático en vía única) con **CTC, ASFA y Tren Tierra**. Esto permite a los trenes circular uno tras otro a la distancia de las señales, lo que, dado el gran número de circulaciones que hacen uso del tramo desde Mérida hasta Aljucén, garantiza la regularidad y seguridad del tráfico.

2.3.9.- Aljucén-Badajoz (PP.KK. 459/100-512/300)

El trayecto desde la estación de Aljucén hasta el final de la línea en Badajoz tiene 53 km de longitud, y es el de mayores prestaciones de todo el recorrido. Discurre por los municipios de La Garrovilla, Montijo y Guadiana, todos con estación. Existen también dos apartaderos, El Fresnal y Gévora cargadero. Aunque Badajoz es la última estación del trayecto, la línea continua hacia Portugal (hay 5,3 km hasta la frontera), siendo Elvas la primera estación en territorio luso.

Fotografía 83. Estación de Aljucén

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

A excepción de los 6 km que hay entre Aljucén y La Garrovilla y otros 4 km a la entrada de Badajoz, el recorrido es prácticamente recto, siempre en ligero descenso hacia Badajoz.

La línea soporta diariamente una docena de circulaciones de viajeros y de tres a cuatro trenes mercantes. Por este recorrido pasan los principales trenes de Badajoz a Madrid, vía Cáceres, y los servicios con destino a la zona de la Serena, a Puertollano y a Alcázar de San Juan, en esta última estación con enlace a Valencia y Barcelona. Los mercancías proceden de Madrid y Sevilla, casi siempre don destino a Portugal vía Elvas y Abrantes.

Fotografía 84. Cambio de ancho en la frontera portuguesa. Urbanización Río Caya

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

El trayecto fue completamente renovado entre 2000 y 2003, con carril de 60 kg/m soldado en barra larga y traviesas de hormigón monobloque polivalente. Al mismo tiempo se procedió al cerramiento de la línea y a la supresión de todos los pasos a nivel mediante la construcción de pasos superiores e inferiores. Esto, unido al perfil favorable del trazado, permite que se pueda circular a la velocidad máxima de 200 km/h, lo que lo convierte en uno de los recorridos con tracción diesel más rápidos de toda la red convencional española.

Fotografía 85. Estación de Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Como se ha comentado antes, desde Mérida hasta Badajoz el bloqueo es automático, de tipo BAU controlado por CTC, con señalización luminosa y enclavamientos electrónicos. El trayecto también dispone de ASFA tipo 200 y tren-tierra. La mejora de estas instalaciones se llevó a cabo de forma paralela a la renovación de la vía.

Todas estas actuaciones, que supusieron una inversión de 60 M€, fueron realizadas por el Ministerio de Fomento y Renfe como parte de la adaptación a velocidad alta de la línea Madrid-Cáceres-Badajoz. Estas obras no tuvieron luego continuidad en otros tramos al aprobarse de forma posterior la construcción de la línea de alta velocidad Madrid-Extremadura, cuyas obras de plataforma se ejecutan en la actualidad de forma paralela a la línea convencional.

Fotografía 86. Soterramiento de la calle Taroconte, cerca de la estación de Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 87. Vía Montijo-Badajoz junto a plataforma A.V.

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.3.10.- Limitaciones de velocidad existentes a suprimir

En el trayecto de Caracollera a Castuera existe una limitación de velocidad a 50 km/h para trenes de "*mercancías*" y 90 km/h para trenes de "*viajeros*", por estado de la vía (*01/08/1997*). Estas limitaciones de velocidad se encuentran señalizadas como determina el artículo 240, punto 5, del **Reglamento General de Circulación** en los accesos a los citados trayectos.

Fotografía 88. Limitación temporal de velocidad 90 km/h viajeros y 50 km/h mercancías cerca de Caracollera (Ciudad Real)

Fuente: Javier Rubio

Las demás limitaciones temporales y permanentes del trayecto del Cofemanex se hayan señalizadas independientemente de la citada limitación general.

– 232/822 a 233/023 (200m) limitación a 30 km/h en la estación de Brazatortas-Veredas por el estado de los desvíos.

– 247/900 (Caracollera) a 260/300 (12.400 m) limitación a 60 km/h por el estado de la vía (10/06/2005).

– 273/250 (Almadenejos) a 293/800 (Gualdamez) (20.550m) limitación a 50 km/h por el estado de la vía (20/06/2008).

– 309/000 (Belalcazar) a 309/550 (550 m) limitación a 30 km/h por desvíos embridados en la vía (20/05/2008)
– 330/000 (Almorochón) a 355/550 (Castuera) (25.550m) limitación a 50 km/h por el estado de la vía (20/10/2008).

Fotografía 89. Limitación temporal de 50 km/h en las proximidades de Almorochón. (Badajoz)

Fuente: Francisco José Calvo Sánchez – Arévalo

2.3.11.- Conclusiones sobre las actuaciones y mejoras pendientes

Como se ha comentado en la descripción de la línea, y en términos generales, el trayecto desde Puertollano hasta Castuera (142 km) es el que se encuentra en peores condiciones, especialmente en los tramos Caracollera-Guadálmez (47 km), Belalcázar-Cabeza de Buey (16 km) y Cabeza de Buey-Castuera (31 km). En el resto del recorrido hasta Badajoz no se requieren mejoras de carácter urgente. De hecho la renovación de los 6 km que quedaban pendientes entre Mérida y Aljucén, se ha concluido recientemente (septiembre 2014).

Fotografía 90. Renovación de vía en el trayecto Mérida-Villanueva de la Serena (2005-2007)

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Para corregir todas estas deficiencias y dar continuidad a las inversiones realizadas en el resto del eje, en julio de 2009 el Ministerio de Fomento anunció la inversión de 77 M€ para mejorar el trayecto desde Castuera hasta Puertollano, construyendo incluso un cambiador de ancho en Brazatortas para que también pudieran beneficiarse de estas mejoras los trenes de viajeros entre Badajoz y Madrid. Finalmente, y debido a los recortes económicos, nada de esto se ha llevado a cabo, lo que ha provocado que actualmente la línea se encuentre incluso en peores condiciones por falta de mantenimiento.

En cuanto a las instalaciones de seguridad, existe un proyecto para completar el bloqueo automático desde Brazatortas hasta Villanueva de la Serena, pero de momento, esta inversión ha seguido los mismos pasos que las relacionadas con las mejoras de la superestructura.

Las posibilidades que existen a corto plazo para modernizar los tramos más deteriorados del corredor, dependen del acuerdo alcanzado en julio de 2012 entre el Gobierno de Extremadura y el Ministerio de Fomento para mejorar el transporte ferroviario en la Comunidad. En este acuerdo, se incluyeron actuaciones en infraestructuras de la red convencional. En este caso, y en lo concerniente a este trayecto, el acuerdo incluye la renovación y mejora de la vía en los recorridos Mérida-Aljucén (ya realizado en septiembre de 2014) y Castuera-Cabeza del Buey, actuación que está prevista se inicie y ejecute a lo largo de 2015.

Fotografía 91. Vía antes de la renovación entre Mérida y Aljucén. Julio de 2014

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 92. Vía renovada entre Mérida y Aljucén. Septiembre de 2014

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Otros apoyos importantes para que estas mejoras se lleven finalmente a cabo residen en la posición estratégica de este trayecto como parte del Corredor Central (antiguo eje 16), así como en la necesidad de dar continuidad en terreno español al nuevo eje ferroviario Sines-Évora-Badajoz para mercancías de altas prestaciones que recientemente han acordado el gobierno de Portugal y la UE, y que según las previsiones podría estar concluido a finales de 2019.

2.4.- CONDICIONANTES INFRAESTRUCTURALES Y DE EXPLOTACIÓN PARA EL TRANSPORTE DE VIAJEROS Y MERCANCÍAS

2.4.1.- *Especificación técnica de interoperabilidad (ETI) del subsistema de infraestructura del sistema ferroviario transeuropeo. Comparativa con la Norma Renfe Vía (NAV)*

La Decisión de la Comisión Europea de 26 de abril de 2011 establece unas especificaciones técnicas de interoperabilidad (ETIs) relativas al subsistema de infraestructura del ferrocarril transeuropeo convencional.

La ETIs se aplicarán a toda infraestructura nueva, rehabilitada o renovada del sistema ferroviario transeuropeo convencional.

A la vez que se describen los distintos parámetros exigidos por estas ETI, se hace una comparativa con la normativa ferroviaria vigente actual en España, que para la geometría de la vía es la **Norma Adif Vía (NAV) 0-2-0.0.**

2.4.1.1.- Categorías de línea ETI.

Para permitir la interoperabilidad a un coste económico, se definen unas «**categorías de línea ETI**». Para cada una de las categorías de línea del sistema ferroviario transeuropeo convencional se especifican los requisitos que debe cumplir el subsistema de infraestructura.

En las categorías de línea ETI se incluyen terminales de viajeros, terminales de transporte de mercancías y vías de enlace, según corresponda.

La línea ferroviaria manchego-extremeña (**Cofemanex**) con el **Reglamento 1316/2013 de la Unión Europea** ha dejado de pertenecer a la Red Básica de la Red Transeuropea de Transportes, pasando a formar parte de su Red Global secundaria. Se trata de otras líneas acondicionadas de la red TEN y el tráfico que por ella circula es mixto de viajeros y mercancías por lo que la línea ferroviaria Cofemanex se debe encasillar a dentro del grupo **VII-M**. (Línea roja de la siguiente).

La aspiración de este corredor ha sido siempre el poder convertirse en un corredor de mercancías de altas prestaciones como así había sido diseñado en los 9 corredores prioritarios de mercancías del **Reglamento (UE) n° 913/2010, de 22 de septiembre de 2010**, sobre una red ferroviaria europea para un transporte de mercancías competitivo.

En este caso, la línea ferroviaria Cofemanex debería recoger las especificaciones técnicas de las líneas principales acondicionadas de la red TEN y pertenecer al grupo **V-M.** (Línea azul de la tabla siguiente).

La línea verde de la tabla siguiente refleja la clasificación **IV-M**, que tendría Cofemanex si formara parte de la red principal y se tratara de una línea de nueva construcción.

Tabla 50. Categorías de línea ETI del subsistema de infraestructura del sistema ferroviario convencional

Categorías de línea ETI		Tipos de tráfico		
		Tráfico de viajeros (P)	Tráfico de mercancías (F)	Tráfico mixto (M)
Tipos de línea	Líneas principales nuevas de la red TEN (IV)	IV-P	IV-F	IV-M
	Líneas principales acondicionadas de la red TEN (V)	V-P	V-F	V-M
	Otras líneas nuevas de la red TEN (VI)	VI-P	VI-F	VI-M
	Otras líneas acondicionadas de la red TEN (VII)	VII-P	VII-F	VII-M

Fuente: Decisión de la Comisión de 26 de abril de 2011 sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de infraestructura del sistema ferroviario transeuropeo convencional

2.4.1.2.- Parámetros característicos

Los niveles de prestación de las categorías de línea ETI se caracterizan por los parámetros siguientes: gálibo, carga por eje, velocidad de la línea y longitud del tren.

Tabla 51. Parámetros característicos para las categorías de línea ETI

Categorías de línea ETI	gálibo	carga por eje [t]	velocidad de la línea [km/h]	longitud del tren [m]
IV-P	GC	22,5	200	400
IV-F	GC	25	140	750
IV-M	GC	25	200	750
V-P	GB	22,5	160	300
V-F	GB	22,5	100	600
V-M	GB	22,5	160	600
VI-P	GB	22,5	140	300
VI-F	GC	25	100	500
VI-M	GC	25	140	500
VII-P	GA	20	120	250
VII-F	GA	20	100	500
VII-M	GA	20	120	500

Notas: (P) = tráfico de viajeros (F) = tráfico de mercancías (M) = tráfico mixto Los gálibos GA, GB, GC son los definidos en la norma EN 15273-3:2009 anexo C

Fuente: Decisión de la Comisión de 26 de abril de 2011 sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de infraestructura del sistema ferroviario transeuropeo convencional

Se permite diseñar líneas nuevas y acondicionadas que admitan gálibos, cargas por eje, velocidades y longitud de tren mayores de los que se señalan en la tabla anterior.

Para el Cofemanex se establecen las siguientes especificaciones técnicas de interoperabilidad:

Las condiciones mínimas por ser una línea acondicionada de la red TEN no principal, (señaladas en la tabla anterior en rojo), son:

- Gálibo mínimo GA.[35]
- Carga por eje 20t.
- Velocidad de la línea 120 km/h.
- Longitud máxima de tren de 500 m.

Para que este corredor pueda convertirse en uno de mercancías de altas prestaciones deberá cumplir los siguientes requisitos: (marcadas con la línea azul en la tabla anterior)

- Gálibo mínimo GB.
- Carga por eje 22,5t.
- Velocidad de la línea 160 km/h.
- Longitud máxima de tren de 600 m.

Las condiciones óptimas serían las exigidas en la construcción de nuevas líneas principales de la red TEN. En este caso las exigencias son:

- Gálibo mínimo GC.
- Carga por eje 25t.
- Velocidad de la línea 200 km/h.
- Longitud máxima de tren de 750 m.

2.4.1.3.- Trazado de la línea

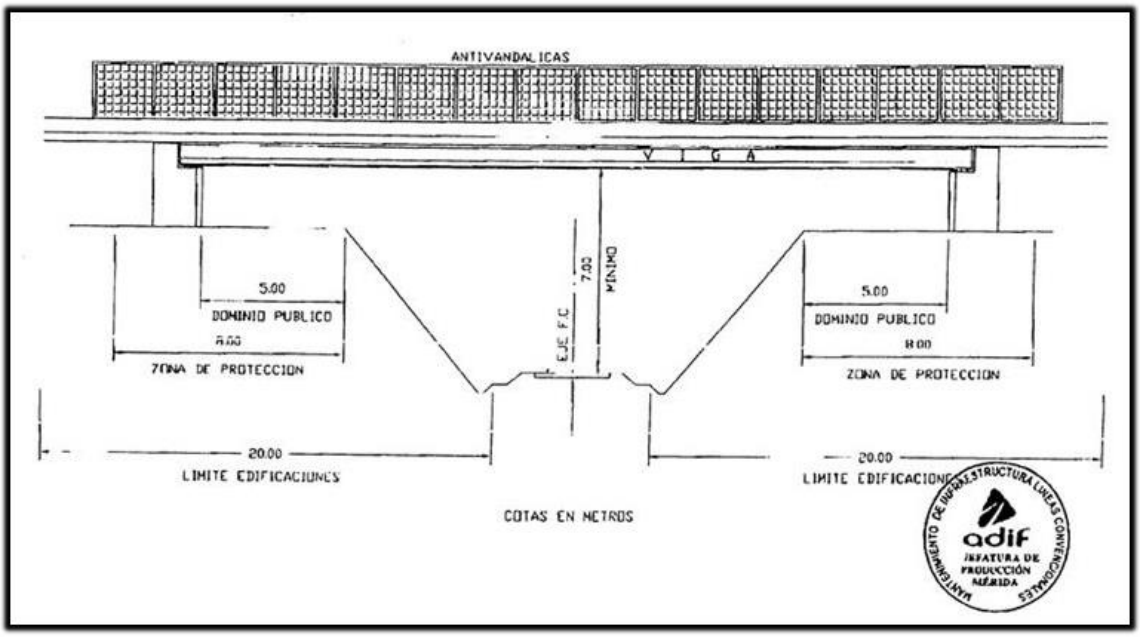
Para el trazado de la línea se marcan los siguientes requisitos:

- ***Gálibo de implantación de obstáculos***

El gálibo de implantación de obstáculos se fijará de acuerdo con el gálibo definido en la tabla anterior. Para una línea acondicionada no principal de la red TEN se exige el gálibo GA, para una principal ya existente GB y para una principal de nueva construcción GC. En el gráfico anterior se representa un esquema gráfico de las dimensiones de los distintos gálibos normalizados. En el apartado nº 2.7 "*Gálibos de la línea Cofemanex*" se describen y representan las dimensiones de los gálibos normalizados según la **UNE-EN 15273-3:2009.** En la **Normativa Adif Vía (N.A.V) 0-2-0.0** el gálibo vertical mínimo para los pasos superiores es de 7 m y horizontal de 13,3 m.

[35] Según norma UNE EN 15273-3:2009

Gráfico 94. Gálibos y dimensiones de la plataforma ferroviaria exigidos por ADIF en la construcción de nuevos pasos superiores sobre la vía ferroviaria existente



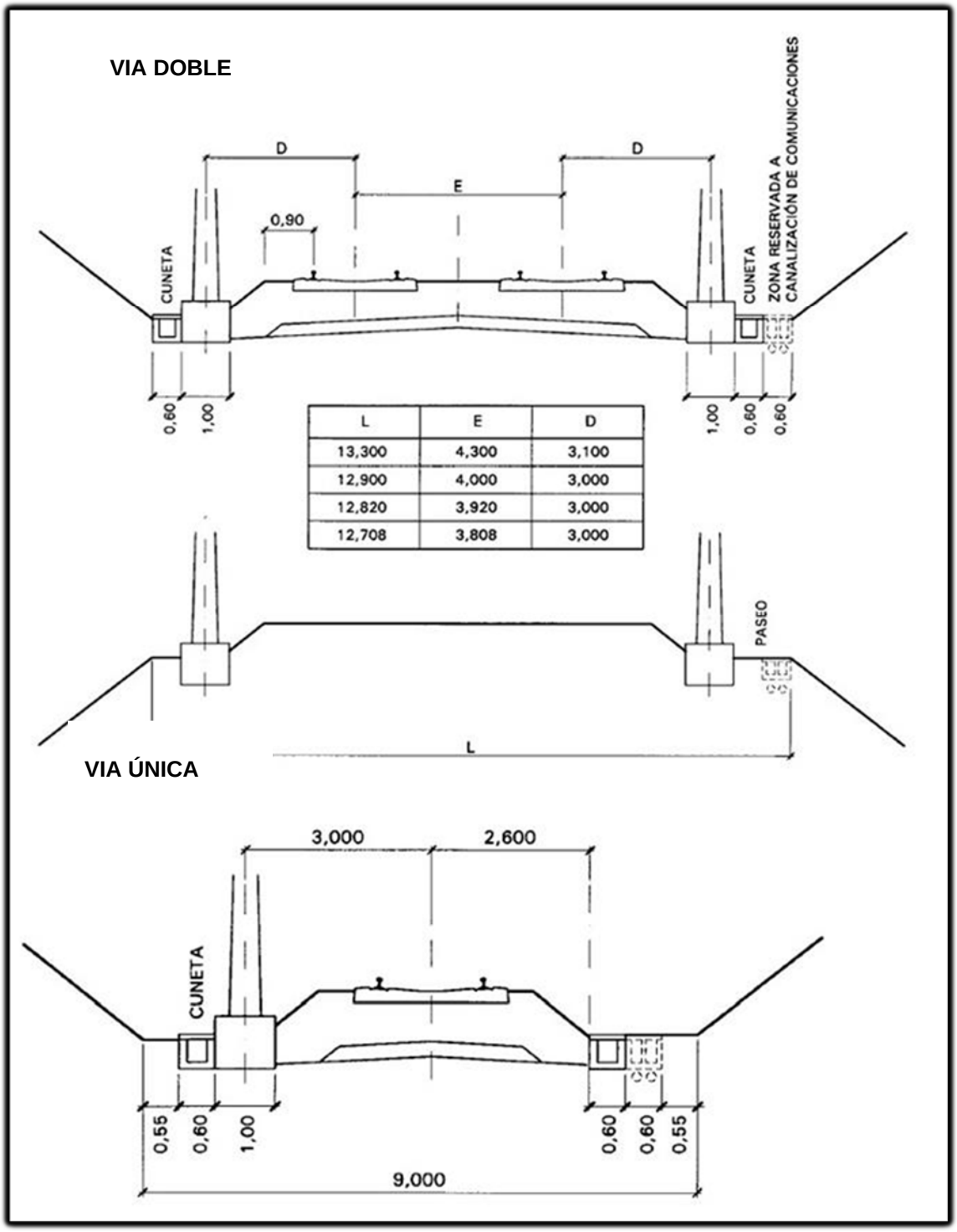
Fuente: Adif

- ***Distancia entre ejes de vías***

La distancia entre ejes de vías se fijará de acuerdo con el gálibo definido en el punto anterior. Además cuando corresponda, la distancia mínima entre ejes de vías tendrá en cuenta asimismo los efectos aerodinámicos. La distancia mínima entre ejes de vías para una sección de línea se publicará en el registro de infraestructura.[36]

[36] Según NAV 0-2-0.0 para mejora de líneas existentes se exige una distancia entre ejes de vías comprendida entre 3,808 m (140 km/h) y los 4,0 m (200 km/h).

Gráfico 95. Sección tipo de plataforma ferroviaria según NAV 0-2-0.0



Fuente: Adif. NAV 0-2-0.0 Geometría de la Vía. Parámetros geométricos

Tabla 52. Distancia entre ejes y anchura de plataforma para renovaciones y rehabilitaciones de vía según NAV 0-2-0.0

DEFINICIÓN DEL PARÁMETRO	140 km/h	160 km/h	200 km/h	OBSERVACIONES
DISTANCIA ENTRE EJES VIA GENERAL (mm)	3.808	NORMAL: 3.920 MÍNIMO: 3.808	NORMAL: 4.000 MÍNIMO: 3.920 EXCEPC.: 3.808	EN CASO DE ESTACIONES EN CURVA POR LA INSTALACIÓN DE ESCAPES, SERÁ ≥ 4 m, ESTUDIÁNDOSE PARTICULARMENTE EL TIPO DE DESVÍOS A IMPLANTAR.
ANCHO DE VÍA (mm)	1.668	1.668	1.668	
ANCHURA PLATAFORMA (m)	VÍA DOBLE: 12,70 VÍA ÚNICA: TRINCHERA: 9,00 TERRAPLÉN: 7,90	VÍA DOBLE: 12,90 VÍA ÚNICA: TRINCHERA: 9,00 TERRAPLÉN: 7,90	12,90	SU PENDIENTE SERÁ DEL 5% PARA CAPAS DE FORMA CON QS3 Y 3% EN EL RESTO. EN CASOS EXCEPCIONALES SE SOLICITARÁ PERMISO A LA D.I.E.I.F. (ZONAS DE MUROS, TRINCHERAS, ROCA, ETC.)

Fuente: Adif. NAV 0-2-0.0 Geometría de la Vía. Parámetros geométricos

Se han resaltado en rojo los parámetros requeridos en el Cofemanex, es decir distancia entre ejes de 3,92 m y anchura de plataforma de 12,90 m para vía doble y 9 m para vía única.

- ***Rampas máximas***

Para las líneas de viajeros se permiten rampas de hasta 35 mm/m, siempre que, la rampa del perfil medio móvil en 10 km sea inferior o igual a 25 mm/m, y la longitud máxima en rampa continua de 35 mm/m, no supere los 6 km Para líneas exclusivas de mercancías y mixtas, la pendiente máxima será de **12,5 mm/m.** Sin embargo se permiten pendientes de hasta 20 mm/m en secciones de hasta 3 km En las estaciones de cualquier línea la rampa máxima se limita a 2,5 mm/m. En la normativa **NAV 0-2-0.0** para velocidades de 160 km/h se exigen pendientes máximas de 15 mm/m y excepcionales de 20 mm/m. En esta misma normativa para velocidades de 200 km/h los valores se reducen a 12,5 mm/m pendiente máxima y 15 mm/m excepcional.

Fotografía 93. Pendiente del 15,37 ‰ en las cercanías de Cabeza de Buey (Badajoz). PK 324/366

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

➢ ***Radio mínimo de las alineaciones circulares***

El radio mínimo de diseño de las curvas horizontales se seleccionará teniendo en cuenta la velocidad local de diseño de la curva. En la NAV 0-2-0.0, se exigen radios mínimos de las alineaciones circulares de 970 m para velocidades de 140 km/h, 1.300 m para V= 160 km/h y 1.980 m para V= 200 km/h.

Fotografía 94. Curva de 291 m de radio horizontal en Zarza de Alanje. (Badajoz). PK 436/100

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

➢ ***Radio mínimo de los acuerdos verticales***

El radio de curvatura de los acuerdos verticales (excepto para lomos de asno en estaciones de clasificación) será al menos de 600 m en acuerdos convexos o de 900 m en acuerdos cóncavos. Para lomos de asno en estaciones de clasificación, el radio de los acuerdos verticales será al menos de 250 m en acuerdos convexos o de 300 m en acuerdos cóncavos. En la **NAV 0-2-0.0**, se exigen radios mínimos de los acuerdos verticales de 5.100 m para velocidades de 140 km/h, 6.600 m para V= 160 km/h y 10.000 m para V= 200 km/h.

2.4.1.4.- Parámetros de vía

Los parámetros de vía que se incluyen en este apartado de las ETIs son los siguientes:

➢ ***Ancho de vía nominal***

El ancho de vía nominal estándar europeo será de 1 435 mm. En España, como es bien sabido, se convive con tres tipos de ancho de vía el ancho métrico en la zona norte de España, el internacional en las líneas de alta velocidad y el convencional en el resto de líneas ferroviarias españolas. El **Cofemanex** tiene en toda su longitud el ancho de vía convencional, es decir 1.668 mm.

- ***Peralte***

El peralte de diseño se limitará a 180 mm en las líneas de viajeros y a 160 mm en las de mercancías y mixtas. En la **NAV 0-2-0.0** el peralte se limita a 160 mm en todos los casos de vía convencional.

- ***Variación del peralte en función del tiempo***

La variación máxima del peralte a lo largo de una transición será de 70 mm/s calculada a la velocidad máxima permitida para trenes que no estén equipados con un sistema de compensación de la insuficiencia de peralte. En la **NAV 0-2-0.0** se limita a 45 mm/s la máxima variación de peralte permitida en líneas convencionales, sea cual sea su velocidad de recorrido.

- ***Insuficiencia de peralte***

130 mm (o una aceleración transversal no compensada de 0,85 m/s^2) para el material rodante aprobado en la ETI de vagones de mercancías y 150 mm (o una aceleración transversal no compensada de 1,0 m/s^2) para el material rodante aprobado en la ETI de locomotoras y material rodante de pasajeros. En la **NAV 0-2-0.0** la máxima insuficiencia de peralte permitida es de 115 mm que se corresponde a una aceleración sin compensar de 0,65 m/s^2, para todas las líneas convencionales y sea cual sea su velocidad de recorrido.

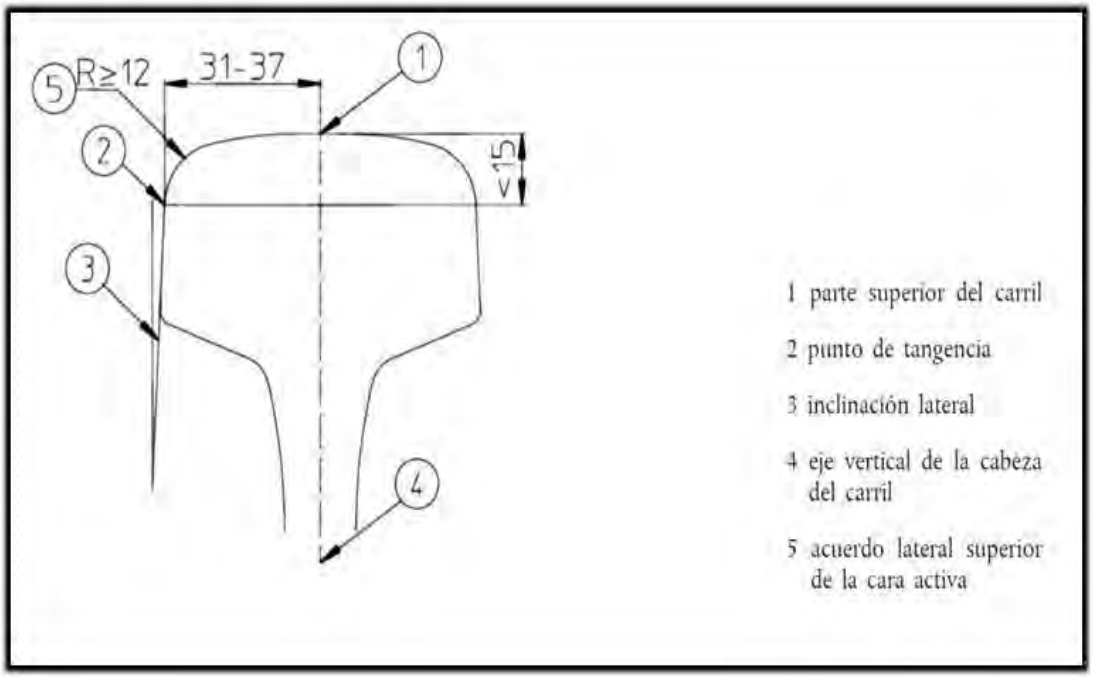
Fotografía 95. Automotor R-598 de Renfe Operadora atravesando una curva peraltada a la salida del túnel de las Cabras (Badajoz). PK 318/500

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

➢ ***Perfil de la cabeza de carril en plena vía***

Tendrá una inclinación lateral del flanco de la cabeza del carril comprendida entre la vertical y 1/16 con respecto al eje vertical de la cabeza, una distancia vertical entre la parte superior de esta inclinación lateral y la parte superior del carril inferior a 15 mm, un radio de al menos 12 mm en el acuerdo lateral superior de la cara activa y la distancia horizontal entre la parte superior del carril y el punto de tangencia estará comprendida entre 31 y 37 mm. El esquema es el siguiente:

Gráfico 96. ETI sobre el perfil de la cabeza del carril en plena vía



Fuente: Decisión de la Comisión de 26 de abril de 2011 sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de infraestructura del sistema ferroviario transeuropeo convencional

Los carriles empleados en España suelen ser el UIC-54 (54 kilos por metro) en las líneas convencionales y UIC-60 (60 kilos por metro) en líneas de alta velocidad. Ambos carriles cumplen con estas especificaciones.

El Cofemanex tiene en todo su recorrido tramos de UIC-54, algo de UIC-60 y parte de RN -45. (45 kg/m). Este último incumpliría las especificaciones de interoperabilidad europea. [37]

- Inclinación del carril. El carril estará inclinado hacia el eje de la vía. La inclinación del carril para un itinerario dado se seleccionará dentro del intervalo 1/20 a 1/40. En España la inclinación de los carriles hacia el eje de la vía es de 1/20.

[37] En el apartado 2.8.3 de este proyecto, se describe con más detalle, las distintas tipologías de carril existentes en el Cofemanex.

Gráfico 97. Detalle de la vía e inclinación del carril en el PK 389/500, cerca de Villanueva de la Serena (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.4.2.- Criterios marcados por el Ministerio de Fomento para diseñar infraestructuras ferroviarias que aumentan la competitividad de las mercancías. 11 de julio de 2011

El Ministerio de Fomento establece unos criterios para el diseño de las infraestructuras ferroviarias, que sientan las bases para el fomento de la interoperabilidad y del tráfico de mercancías.

Con estas medidas se avanza en la línea estratégica de mejora de las infraestructuras que establece el **"Plan Estratégico para el impulso del Transporte Ferroviario de Mercancías en España" de Noviembre de 2010.**

El Ministerio de Fomento marca los principios que se han de seguir, tanto en el proyecto y construcción de nuevas líneas como para la paulatina modificación de las líneas convencionales existentes, consiguiendo de esta forma los siguientes objetivos:

– Extensión progresiva de la interoperabilidad en España.

– Transformación paulatina al ancho estándar europeo

– Eliminación de las barreras interiores, especialmente lesivas para el tráfico de mercancías.

– Impulso al tráfico de mercancías por ferrocarril, en línea con lo establecido en la **Ley de Economía Sostenible y en el Plan Estratégico para el impulso del Transporte Ferroviario de mercancías en España**.[38]

Los criterios que establece el Ministerio de Fomento son los siguientes:

Para el diseño y construcción de nuevas líneas ferroviarias o en la modificación de las existentes, se aplicarán las **Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad (ETI's)** que es la normativa elaborada por la Agencia Ferroviaria Europea y cuyo objeto es garantizar la interoperabilidad del Sistema Ferroviario Europeo.

2.4.2.1.- Ancho de vía

– En líneas de nueva construcción, con carácter general, se utilizarán traviesas de ancho internacional.

– En actuaciones sobre líneas existentes o en aquellas de nueva construcción que por tratarse de prolongaciones de líneas existentes se prevea una explotación inicial en ancho ibérico se utilizarán traviesas de ancho mixto aptas para tres carriles de tal forma que se permita la migración progresiva a ancho internacional.

–

Fotografía 96. Vista desde la estación de Badajoz. Al fondo, una locomotora serie 2600 de Comboios de Portugal con vagones cisterna cargados de amoniaco

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

[38] Plan Estratégico para el impulso del Transporte Ferroviario de Mercancías en España. 2010

2.4.2.2.- Gálibos

En las nuevas líneas que se prevean explotar únicamente en ancho UIC, se empleará el gálibo GC que es el mayor de los recomendados en las ETI's. En las líneas en las que sea necesaria la explotación inicial en ancho ibérico se usará un gálibo envolvente entre GC y GEC 16 (el gálibo GEC 16 es un gálibo similar al GC pero adaptado al ancho ibérico).

2.4.2.3.- Pendientes

Para líneas en las que esté previsto la circulación de mercancías se usará como regla general pendientes de hasta 12.5 milésimas, hasta 15 si las condiciones orográficas no permiten menores y excepcionalmente hasta las 20 milésimas.

2.4.2.4.- Longitudes de vía de apartado

Las vías de apartado para mercancías en las nuevas líneas serán de 750 m de longitud útil, tal y como se indica en el" *Plan Estratégico para el impulso del Transporte Ferroviario de Mercancías en España*".

2.4.2.5.- Carga por eje

Se determinará en función de las prestaciones de la línea según la ETI aplicable.

2.4.2.6.- Electrificación

Como regla general se usará tensión de 25 kV CA, de acuerdo a lo indicado en el "*Plan Estratégico para el impulso del Transporte Ferroviario de Mercancías en España"*.

En su conjunto estas normas, además de lograr la creación de un espacio europeo sin fronteras interiores, favoreciendo la interconexión y la interoperabilidad de las redes nacionales, permitirán una mayor eficacia en la circulación de los trenes disminuyendo considerablemente el coste unitario del transporte ferroviario de mercancías, aumentando la competitividad.

Fotografía 97. Tramo de vía en el PK 376/200 cerca de Campanario. (Badajoz). A la izquierda se observa la cola del embalse del Paredón sobre el arroyo del Molar

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 98. Paso superior sobre la EX_104 de Campanario a Castuera. PK 361/400

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.4.3.- Carga por eje y carga lineal de la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG) gestionada por Adif

Las líneas y tramos de la RFIG de ancho ibérico gestionada por Adif se hallan clasificadas, a estos efectos, en nueve categorías, cuyas características definitorias se recogen en el siguiente cuadro, en función de la carga admitida por eje y por metro lineal.

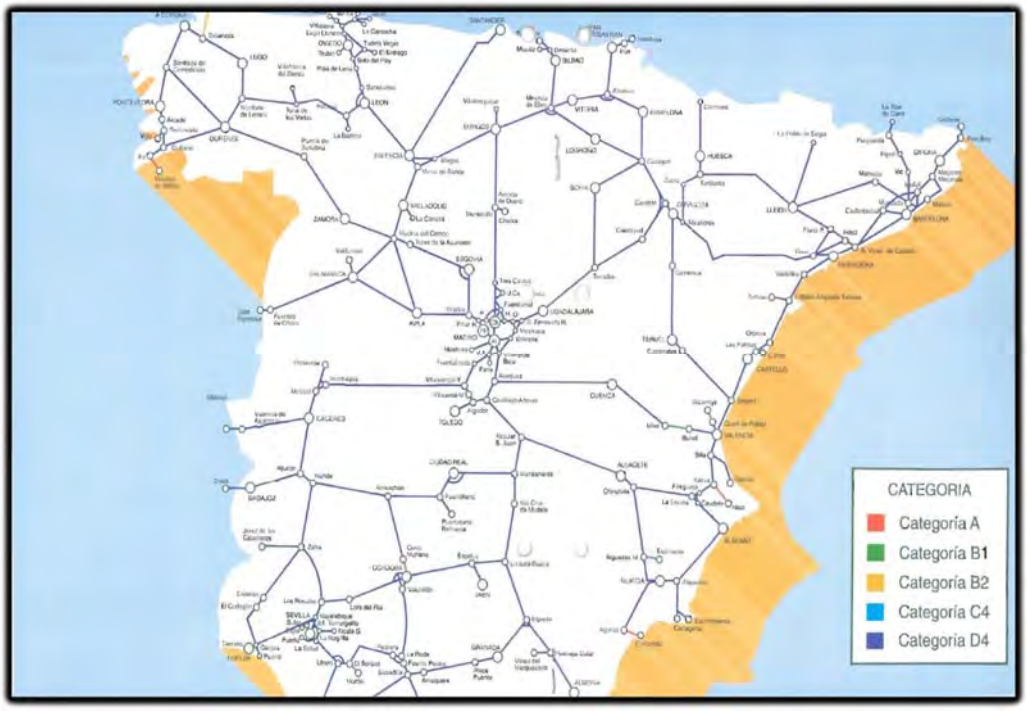
Tabla 53. Carga por eje y carga lineal de las líneas pertenecientes a la RFIG de Adif

Tipo de Línea	Carga Máxima	
	Por Eje	Por Metro
A	16,0 t	5,0 t
B1	18,0 t	5,0 t
B2	18,0 t	6,4 t
C2	20,0 t	6,4 t
C3	20,0 t	7,2 t
C4	20,0 t	8,0 t
D2	22,5 t	6,4 t
D3	22,5 t	7,2 t
D4	22,5 t	8,0 t

Fuente: Adif. Declaración sobre la red. 2014

En la actualidad la mayoría de las líneas de la Red gestionada por Adif son de **Categoría D4.** Existen, no obstante, algunas restricciones puntuales que afectan a determinados puntos y líneas, que se pueden consultar en el **Manual de Circulación**. El Cofemanex discurre íntegramente en tramos de línea D4, en principio está capacitado para soportar los **22,5 t/eje y 8t/m**.

Gráfico 98. Categoría de las líneas de la RFIG gestionada por Adif en función de su capacidad de carga.



Fuente: Adif. Manual de Circulación

2.5.- TRAZADO EN PLANTA DEL COFEMANEX

2.5.1.- Introducción

La línea que une Puertollano con Badajoz (**Cofemanex**) pertenece a la línea de ferrocarril Ciudad Real-Badajoz (línea 520 de la Red Adif) y discurre sensiblemente de este a oeste. Se inicia en Puertollano (PK 213/700) y termina en Badajoz, en el límite de la frontera portuguesa (PK 517/610).

La parte de trazado extremeño se inicia en el límite de la provincia de Ciudad Real-Badajoz (PK 304/273) y termina en la frontera con Portugal (PK 517/610). Tiene por tanto una longitud total de 213 kilómetros y 337 metros. El resumen del trazado en planta es el siguiente:

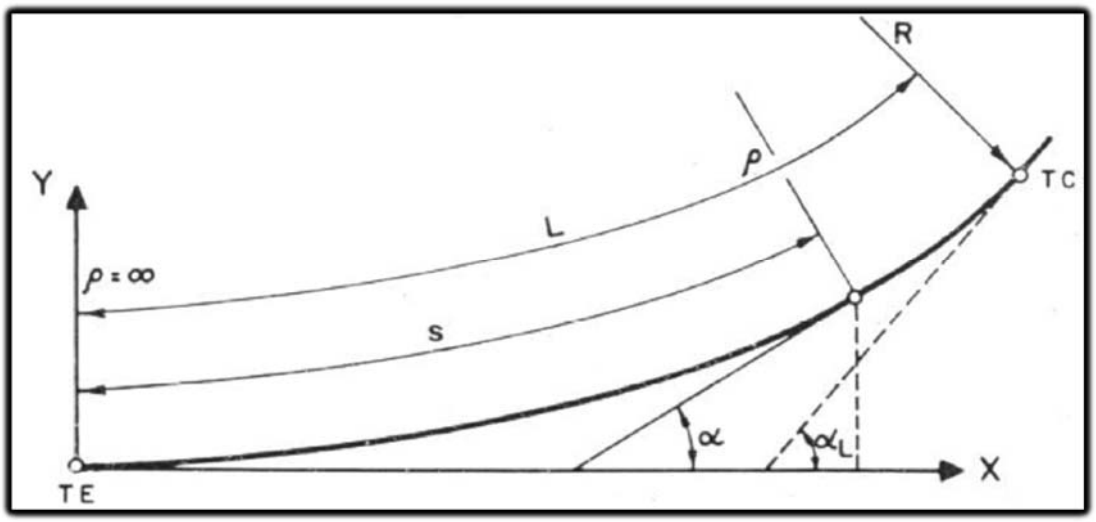
Tabla 54. Resumen de parámetros de trazado en planta. Tramo extremeño del Cofemanex

Longitud en recta (Km)	145,273
Longitud en clotoide (Km)	30,450
Longitud en curva circular (Km)	37,614
Longitud total del tramo (Km)	213,337
Longitud del tramo recto más largo	9.217,000
Longitud del tramo recto más corto	1,640
Radio curva circular máximo (m)	121.739
Radio curva circular mínimo (m)	275
Radio curva circular medio (m)	5.266
Longitud de clotoide máxima (m)	315
Longitud de clotoide mínima (m)	5

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La curva de transición más frecuentemente utilizada es la clotoide, se define como una curva donde los radios de curvatura en cualquiera de sus puntos, están en razón inversa a los desarrollos de sus respectivos arcos. El esquema es el siguiente:

Gráfico 99. Elementos de la curva de transición clotoide



Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

En consecuencia, llamando s a la longitud del arco y ρ al radio de curvatura en el extremo del arco, la ley de curvatura de la clotoide queda expresada por la relación:

Ecuación 1. Formulación de la curva de transición clotoide

$$s\rho = LR = A^2$$

Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

Donde:

L y R son la longitud de curva y radio en el punto de tangencia con la curva circular

A: Constante de la clotoide

Las alineaciones rectas tienen radio infinito y las curvas circulares, radio conocido R. Las clotoides sirven para realizar la transición entre los radios de curvatura de una recta (infinito) y de una curva circular determinada (R) o entre dos radios de curvatura distinta (R1 y R2).

Si se toma un trozo de clotoide diferencial, se puede considerar el radio de curvatura en ese trozo diferencial constante. Llamando α al ángulo formado por la tangente a la clotoide en un punto determinado y la horizontal, la longitud de un trozo diferencial de clotoide se puede expresar como:

Ecuación 2. Diferencial de longitud de clotoide en función de su radio de curvatura y ángulo de su tangente con la horizontal

$$ds = \rho d\alpha$$

Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

De esta ecuación se puede despejar dα y sustituir el valor de ρ de la ecuación nº1, quedando:

Ecuación 3. Valor del diferencial del ángulo de la tangente con la horizontal de cualquier punto de una clotoide

$$d\alpha = \frac{ds}{\rho} = \frac{sds}{A^2}$$

Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

Integrando la ecuación 3, el valor de α queda de la siguiente forma

Ecuación 4. Valor del ángulo de la tangente con la horizontal en un punto cualquiera de una clotoide

$$\alpha = \frac{s^2}{2A^2}$$

Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

En el punto de tangencia con la curva circular, el radio de curvatura de la clotoide ρ coincide con el radio de la curva circular R, y la longitud de desarrollo de la clotoide s tiene el valor de L, siendo la longitud de curva existente en el punto de la tangente con la curva circular. (Véase el gráfico adjunto). El valor del ángulo de la tangente con la horizontal se le denomina α_L y tendrá un valor:

Ecuación 5. Valor del ángulo de la tangente con la horizontal en el punto de la clotoide coincidente con la curva circular.

$$\alpha_L = \frac{s^2}{2A^2} = \frac{L^2}{2LR} = \frac{L}{2R}$$

Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

2.5.2.- Descripción del trazado en planta

El trazado en planta del corredor extremeño cuenta con un total de 119 alineaciones rectas y 189 curvas circulares y sus correspondientes curvas de transición.

En cuanto a longitudes, la alineación más predominante es la alineación recta, que es utilizada en un 68,10% de la vía. El 31,9% restante está ocupado por curvas circulares y sus clotoides de transición.

El radio de curva circular mínimo es de 275 m y se encuentra a la entrada de la estación de Badajoz en el PK 511/298.

Fotografía 99. Radio de 275 m a la entrada del soterramiento de la avenida Padre Taraconte, cerca de la estación de Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

El radio de curva circular mayor es de 121.739 m (prácticamente una recta) y se encuentra en la zona de mejor trazado en planta de todo el Cofemanex, cerca de la estación de Guadiana del Caudillo.

La recta más larga parte de la estación de Guadiana del Caudillo (PK 464/600) a Badajoz y tiene una longitud total de 9.217 m. Las limitaciones de velocidad impuestas en tramos de vía con alineaciones rectas se deben exclusivamente al mal estado de la superestructura. A nivel teórico la velocidad máxima en estos tramos sería de infinito. Se limita a 200 km/h que es la velocidad máxima de un automotor diésel. Sin embargo los automotores que circulan en la actualidad de la línea (series 598 y 599) tienen limitada su velocidad máxima a 160 km/h.

Fotografía 100. Recta más larga del tramo en Guadiana del Caudillo. A la izquierda está la plataforma de AVE y a la derecha una duplicación de vía en la estación

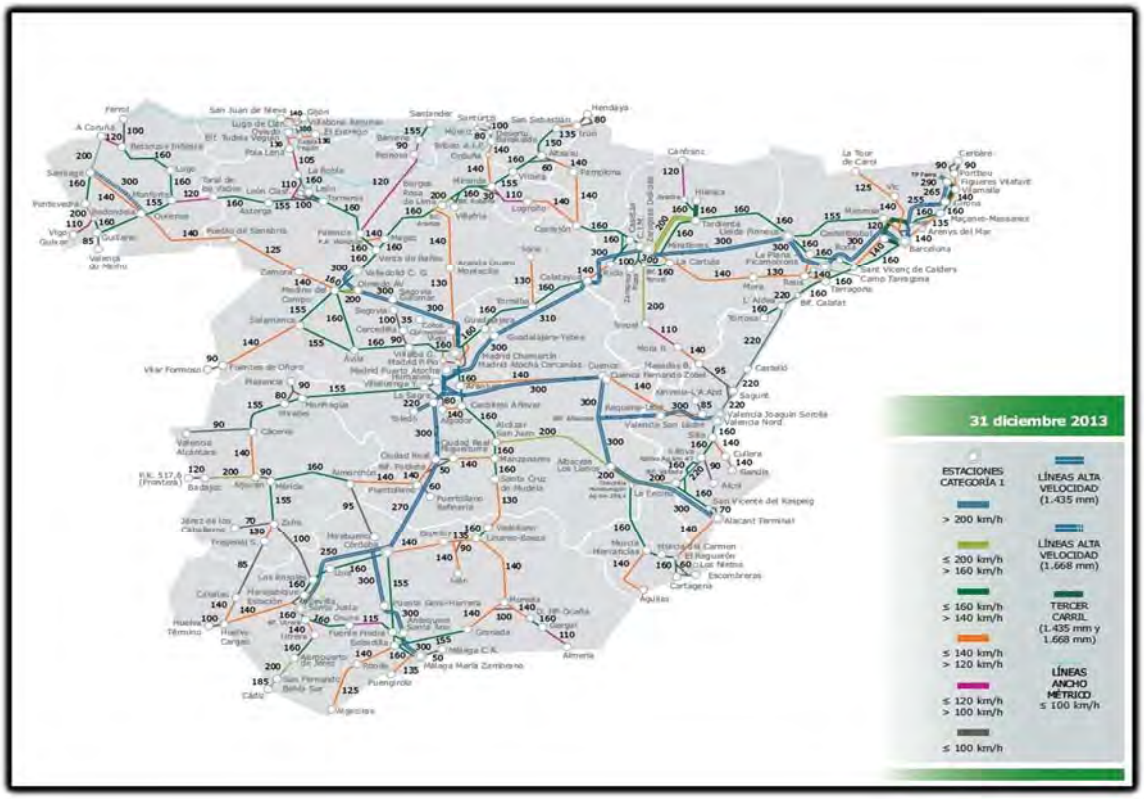
Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.5.3.- Cálculo de las velocidades máximas

En primer lugar se adjunta el mapa de velocidades máximas que Adif incluye en su declaración de red[39]. Este mapa es teórico y no se corresponde con las limitaciones de velocidad reales que tiene actualmente la línea.

[39] Declaración sobre la Red . Adif 2014.

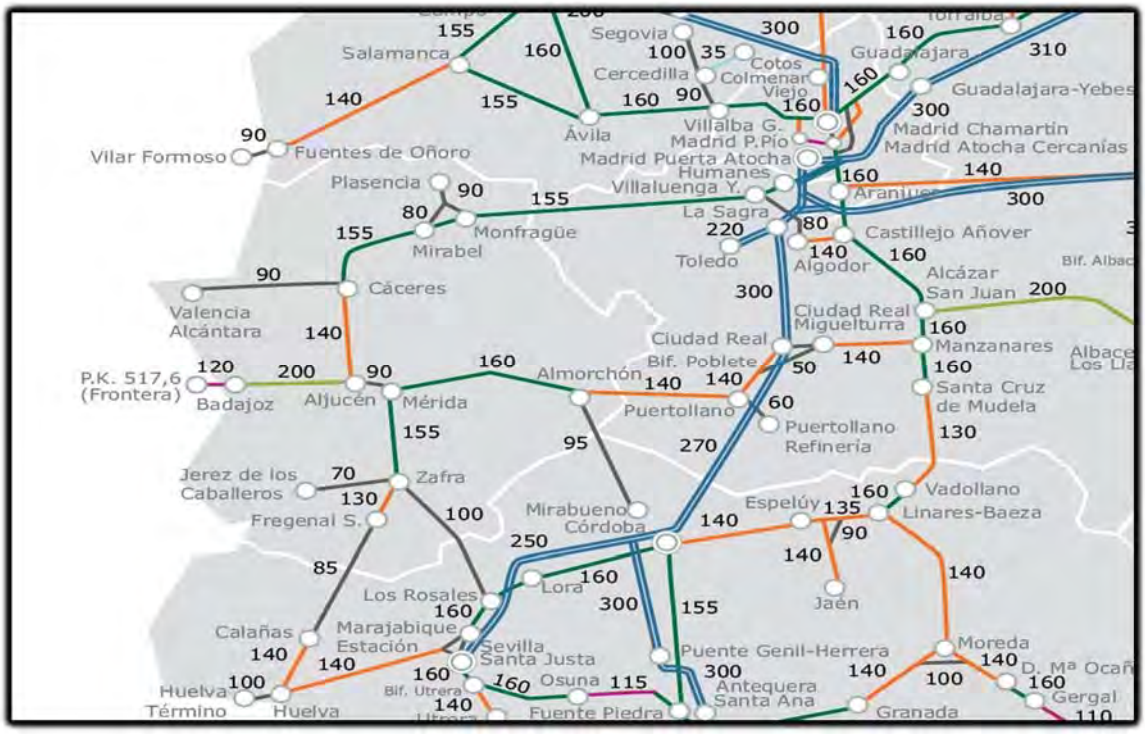
Gráfico 100. Mapa de velocidades máximas de la red gestionada por Adif



Fuente: Adif

Si se hace una ampliación al corredor manchego extremeño el mapa queda de la siguiente forma:

Gráfico 101. Mapa de velocidades máximas en el Cofemanex, según la declaración de red de Adif



Fuente: Adif

A continuación se adjunta el cuadro de velocidades máximas reales de la línea Ciudad Real-Badajoz donde se resaltan las limitaciones de velocidad por equipamiento (en azul) y por mal estado de la vía (en amarillo).[40]

Tabla 55 Cuadro de velocidades máximas línea 520 Ciudad Real-Badajoz. Gobex

Línea 520 (sentido Par)					De: CIUDAD REAL A : BADAJOZ		Línea 520 (sentido Par)					
TIPO DE VÍA	BLOQUEO	S.S.	RADIO Tren-Tierra	P.K.	DEPENDENCIA	Km trayecto	Velocidad Max. TIPO					
							N	A	B	C	D	
Vía única electrificada a 3.000 V CC.	BAU ctc	ASFA	Canal 65	175,0	**CIUDAD REAL**	1,2	140	140	140	140	140	
				176,2	BIF. Poblete	14,2						
				190,4	Cañada de Calatrava	9,8						
	BLAU ctc			200,2	Calatrava	13,5						
				213,7	**PUERTOLLANO**	3,3	120	120	120	120	120	
Vía única sin electrificar				217,0	La Nava de Puertollano	15,6	120	120	120	120	120	
	BT			232,6	**Brazatortas-Veredas**	2,8	125	125	125	125	125	
				235,4	C. de R.	12,1	110	110	110	110	110	
				247,5	Caracollera	25,4	60	60	60	60	60	
				272,9	**Almadenejos-Almaden**	8,9						
				281,8	Km. 281,8 Alamillo	7,1						
				288,9	Km. 288,9 Chillón	5,4						
				294,3	**Guadalmez-Los Pedroches**	8,2	90	90	90	90	90	
				302,5	C. de R.	6,7	80	80	80	80	80	
				309,2	Km. 309,2 Belalcázar	16,1	85	85	85	85	85	
				325,3	**Cabeza del Buey**	4,4	90	90	90	90	90	
				329,7	C. de R.	2,0	50	50	50	50	50	
				331,7	**Almorchón**	4,6						
				336,3	C. de R.	8,0						
				344,3	Km. 344,3 El Quintillo	11,7						
				356,0	**Castuera**	12,8	105	115	120	120	140	
				368,8	C. de R.	6,0	125	140	145	145	160	
				374,8	**Campanario (Apd)**	10,3	120	135	135	135		
				385,1	Magacela (Apd)	9,0	160	160	160	160		
Vía única sin electrificar	BLAU ctc	ASFA	Canal 64	394,1	**Villanueva de la Serena**	6,1						
				400,2	**Don Benito**	10,4						
				410,6	Medellín (Apd)	8,8						
				419,4	**Valdetorres (Apd)**	2,3						
				421,7	Bioenergética Extremeña	3,2						
				424,9	**Guareña**	7,8					160	
				432,7	Villagonzalo (Apd)	3,9						
				436,6	Zarza de Alanje (Apd)	3,4	135	140	140	140	140	
				440,0	Don Álvaro (Apd)	13,0	110	130				
				453,0	**MÉRIDA**	6,1	90	90	90	90	90	
				459,1	**Aljucén**	3,2	85	85	85	85	85	
				462,3	C. de R.	3,5	120	120	120	120	120	
				465,8	La Garrovilla	0,3	200	200	200	200	200	
				466,1	**Garrovilla-Las Vegas (Apd)**	5,4						
	BAU ctc	ASFA 200	Canal 61	471,5	Torremayor (Apd)	5,1						
				476,6	**Montijo**	1,8						
				478,4	Montijo-El Molino (Apd)	6,2						
				484,6	**Guadiana**	9,7						
				494,3	El Fresnal	11,3						
				505,6	Gévora	6,7						
				512,3	**BADAJOZ**							
En negrita estación o apeadero con parada de trenes de viajeros							***Limitación velocidad por equipamiento de vía***					
							Limitación velocidad por mal estado de la vía					

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

[40] El tramo Mérida-Aljucén ha sido renovado en septiembre de 2014.

2.5.3.1.- Tipo de vehículo

El tipo de tren es un código asignado a los trenes que circulan por la red ferroviaria de Adif y que indica la velocidad a la que puede circular el tren. Se compone de dos partes:

– Un número, que indica la velocidad máxima en km/h a la que puede circular el tren

– Una letra, que indica la aceleración lateral con la que el tren puede tomar las curvas, y por lo tanto, la velocidad máxima con la que el tren puede tomar una determinada curva.

Cada uno de los vehículos ferroviarios tiene un tipo determinado, siendo el tipo del tren el más desfavorable de los vehículos (automotores, locomotoras, coches de viajeros) que lo componen. Esta consideración se realiza de forma independiente para el número y para la letra.

2.5.3.2.- Aceleración lateral

La letra del tipo de tren indica la aceleración lateral máxima no compensada en el plano de la vía que soporta el tren. Los trenes que toman mejor las curvas, como por ejemplo los trenes basculantes, pueden circular por las curvas a mayor velocidad. La aceleración indicada según la letra es:

Tabla 56. Tipo de vehículo y aceleración lateral no compensada permitida

Letra del tipo	Aceleración lateral no compensada	Incremento de velocidad en curva sobre tipo N	Ejemplo
N	0,65 m/s^2	-	Serie 440 de Renfe
A	1 m/s^2	10,7 %	Serie 599 de Renfe
B	1,2 m/s^2	16,2 %	Serie 130 de Renfe
C	1,5 m/s^2	24,5 %	Serie 490 de Renfe
D	1,8 m/s^2	32,1%	Serie 598 de Renfe

Fuente: Adif

La letra asignada al tipo de un determinado tren se establece durante el procedimiento de homologación. Los trenes de alta velocidad no disponen de letra en su tipo.

Los trenes de viajeros usados en el Cofemanex son de la serie 598 y 599[41]

2.5.3.3.- Señalización

Al ser la velocidad en una curva diferente para trenes de tipo diferente, es necesario que la señalización recoja los diferentes límites de velocidad. La señalización de las redes de Adif muestra en las curvas tres cartelones de velocidad máxima, que de arriba a abajo se corresponden con los tipos N, A y B. Además, los libros de itinerario muestran tres columnas en cada tramo, con las velocidades para los tres tipos anteriores. La velocidad máxima para los tipos C y D no se muestra, por ser poco habituales los trenes que utilizan estos tipos. Para estos tipos la velocidad máxima se indica al maquinista en una pantalla en cabina.

Cuando una limitación de velocidad no se debe a las curvas la limitación es la misma para los trenes de todo tipo, por lo que sólo se muestra un cartelón de velocidad máxima.

[41] Véase el apartado 2.10 "*Material Rodante en el Cofemanex*"

Fotografía 101. Cartel limitador de velocidades para vehículos tipo N (110 km/h), A (115 km/h) y B (125 km/h) cerca del paso superior de la EX-100

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.5.3.4.- Circulación

Cuando un tren circula con un tipo asignado, la velocidad máxima a la que puede circular es la inferior de:

– La velocidad máxima indicada en el número del tipo de tren.

– La velocidad máxima del tramo por el que circula, según la asignada para trenes de la letra del tipo del tren.

–

2.5.3.5.- Cálculo de la velocidad máxima en curvas

Cuando un tren entra en una curva aparece una aceleración centrífuga que tiene el valor siguiente:

Ecuación 6. Valor de la aceleración centrífuga y el peralte teórico

$$a_c = \frac{V^2}{R} = g \cdot \frac{h_t}{a}$$

Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

Donde:

a_c: aceleración centrífuga en m/s^2

V: velocidad del tren en m/s

R: Radio de la curva circular en m

g: Aceleración de la gravedad

a: distancia entre ejes de carril en mm[42]

h_t: Peralte teórico capaz de compensar toda la aceleración centrífuga en mm

El peralte teórico no se puede implantar en la vía ya que se trata de valores muy por encima de los permitidos para la correcta circulación de los trenes. Las ETIs y la norma Adif Vía marca unos valores de peralte máximo para las curvas que es el denominado peralte práctico o real.

En el momento que el peralte práctico es menor que el teórico , la aceleración centrífuga que se genera en la curva circular no se puede compensar completamente con el peralte y por tanto queda una parte sin compensar que es la llamada aceleración centrífuga sin compensar (a_{csc}).

Ejecutado en la realidad el peralte máximo permitido (peralte práctico o real) la expresión de la ecuación anterior queda de la siguiente forma:

Ecuación 7. Valor de la aceleración centrífuga y el peralte práctico

$$a_c = \frac{V^2}{R} = g \cdot \frac{h_t}{a} = g \cdot \frac{h_p}{a} + a_{csc}$$

Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

Donde:

a_c: aceleración centrífuga en m/s^2

V: velocidad del tren en m/s

R: Radio de la curva circular en m

g: Aceleración de la gravedad

a: distancia entre ejes de carril en mm

hp: Peralte práctico o real en mm

a_{csc}: Aceleración centrífuga sin compensar por el peralte práctico

Se denomina insuficiencia de peralte a la diferencia existente entre el peralte teórico y el práctico, es decir a la diferencia de peralte que necesitaría la vía para compensar por completo la aceleración centrífuga generada en la curva circular.

[42] La distancia entre ejes de ancho convencional es 1.740 mm. No se debe confundir por tanto con el ancho de vía que es 1.668 mm. Este valor marca la distancia entre caras interiores de carril y por tanto no se utiliza para la obtención del peralte.

La insuficiencia de peralte respondería a la siguiente expresión:

Ecuación 8. Insuficiencia de peralte

$$I = h_t - h_p$$

Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

Donde

I: Insuficiencia de peralte en mm

h_t: Peralte teórico en mm

h_p: Peralte práctico en mm

Despejando el término de la aceleración centrífuga sin compensar quedaría:

Ecuación 9. Relación entre la aceleración centrífuga sin compensar y la insuficiencia de peralte

$$a_{csc} = g\frac{h_t - h_p}{a} = g\frac{I}{a}$$

Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

Donde:

a_{csc}: Aceleración centrífuga sin compensar por el peralte práctico

g: Aceleración de la gravedad

a: distancia entre ejes de carril en mm

hp: Peralte práctico o real en mm

h_t: Peralte teórico en mm

I: Insuficiencia de peralte en mm

Esta expresión permite relacionar la insuficiencia de peralte y la aceleración centrífuga sin compensar.

Para la red convencional la **Norma Adif Vía 0-2-0.0** marca como límite la aceleración centrífuga sin compensar de valor **0,65 m/s²**. Como la distancia entre ejes de la vía convencional es 1.740 mm de la ecuación anterior se puede despejar I, obteniendo un valor:

Ecuación 10. Insuficiencia de peralte en la red ferroviaria convencional española

$$I = \frac{a_{csc}}{g} \cdot a = \frac{0{,}65}{9{,}81} 1740 = 115\ mm$$

Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

Como es lógico el valor de 115 mm es el valor exigido en la NAV 0-2-0.0 como insuficiencia de peralte máxima en curvas de la red ferroviaria convencional de Adif

Se procede ahora a justificar la limitación de velocidad máxima en las curvas de la norma NAV.

De la ecuación 8 se puede despejar el valor del peralte teórico de esta forma:

Ecuación 11. Insuficiencia de peralte

$$h_t = I + h_p$$

Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

Donde

I: Insuficiencia de peralte en mm

h_t: Peralte teórico en mm

h_p: Peralte práctico en mm

De la ecuación 6 se puede despejar la velocidad máxima de la siguiente forma:

Ecuación 12. Valor de la velocidad máxima en curvas. V m/s

$$V = \sqrt{\frac{R \cdot g \cdot h_t}{a}} = \sqrt{\frac{R \cdot g \cdot (I + h_p)}{a}}$$

Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

Donde:

V: velocidad del tren en m/s

R: Radio de la curva circular en m

g: Aceleración de la gravedad

a: distancia entre ejes de carril en mm

I: Insuficiencia de peralte en mm

h_t: Peralte teórico en mm

h_p: Peralte práctico en mm

Si en la expresión de la ecuación 12 se introduce el valor de la distancia entre ejes (1740 mm), la gravedad 9,81 m/s^2 y el coeficiente de 3,6 (para pasar de m/s a km/h), la velocidad queda de la siguiente forma:

Ecuación 13. Valor de la velocidad máxima en curvas. Ancho convencional y V km/h

$$V = \sqrt{\frac{R \cdot g \cdot (I + h_p)}{a}} = \sqrt{\frac{9{,}81}{1740} R(I + h_p)} \cdot 3{,}6 \frac{Km/h}{m/s} = \sqrt{\frac{9{,}81 \cdot 3{,}6^2}{1740} \cdot R(h_p + I)} = \sqrt{\frac{R(h_p + I)}{13{,}7}}$$

Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

Esta expresión es la tomada por la **Normativa Adif Vía 0-2-0.0** para calcular la velocidad máxima de cada vehículo que transita por una curva circular. La expresión es la siguiente:

Ecuación 14. Cálculo de la velocidad máxima por tipo de vehículo y radio de curvatura. NAV 0-2-0.0

$$Vmax = \sqrt{\frac{R(hp + I)}{13,7}}$$

Fuente: Adif. NAV 0-2-0.0 Geometría de la Vía. Parámetros geométricos.

Donde:

Vmax: Velocidad máxima permitida a un tipo de vehículo, en un tramo de curva circular en km/h.

R: Radio de la curva circular transitada en metros.

hp: Peralte práctico (real) en milímetros. La NAV limita este valor en la red convencional a 160 mm

I: Insuficiencia de peralte en mm.

Como cada tipo de vehículo tiene unas aceleraciones centrífugas sin compensar distintas, las velocidades máximas en cada curva son distintas y se calculan de forma directa a partir de la ecuación nº14:

Tabla 57. Tipo de vehículo y velocidades máximas en curva

Tipo de vehículo	Aceleración lateral no compensada (m/s^2)	Insuficiencia de peralte (mm)	Velocidad máxima (km/h)
N	0,65	115	$V=4,48 \cdot R^{1/2}$
A	1,00	175	$V=4,96 \cdot R^{1/2}$
B	1,20	212	$V=5,21 \cdot R^{1/2}$
C	1,50	265	$V=5,58 \cdot R^{1/2}$
D	1,80	318	$V=5,92 \cdot R^{1/2}$

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La norma NAV 0-2-0.0, aplicando la ecuación anterior, establece la siguiente relación entre velocidades máximas de recorrido y radio mínimo de las alineaciones circulares:

Tabla 58. Relación entre las velocidades máximas y radios de curvatura mínimos. Vehículo tipo N

Tipo de vehículo	Velocidad máxima (km/h)	Radio mínimo (m)
N	140	970
N	160	1300
N	200	1980

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.5.4.- Tabla descriptiva del trazado en planta de la parte extremeña del Cofemanex

En el Anexo I "*Listados generados en el análisis del sistema ferroviario del Cofemanex*" se adjunta una tabla donde se describe exhaustivamente el trazado en planta de la parte extremeña del corredor Cofemanex. Como ya se comentado al principio de este apartado, la parte de trazado extremeño se inicia en el límite de la provincia de Ciudad-Real-Badajoz (PK 304/273) y termina en la frontera con Portugal (PK 517/610). Tiene por tanto una longitud total de 213 kilómetros y 337 metros. Las columnas diseñadas contienen la siguiente información:

PUNTO KILOMÉTRICO: Punto kilómetrico del trazado ferroviario según la línea 520 de Adif Ciudad-Real Badajoz.

LONGITUD (m): Tramo en metros de la alineación empleada en planta.

Fotografía 102. Señal de punto kilométrico en el puente sobre el río Gévora (Badajoz). Detrás se aprecia una señal informativa de la pendiente de la línea

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 103. Limitación de velocidad de 70 km/h en Zarza de Alanje. (Badajoz). PK 436/600. Radio horizontal de 291 m.

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

VELOCIDAD LIMITADA EN EL TRAMO (km/h): Velocidad real a la que está limitada el tramo en km/h. Las locomotoras de mercancías alcanzan velocidades comprendidas entre los 100-120 km/h por lo que se ha establecido el siguiente criterio de colores: [43]

Tabla 59. Criterio de colores seguido para indicar las velocidades máximas

Velocidad máxima (km/h)	Color
V ≥ 120	Verde
120>V≥100	Amarillo
100> V	Rojo

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Los tramos en rojo son zonas que necesitan ser acondicionadas para poder alcanzar las velocidades requeridas en una línea de altas prestaciones.

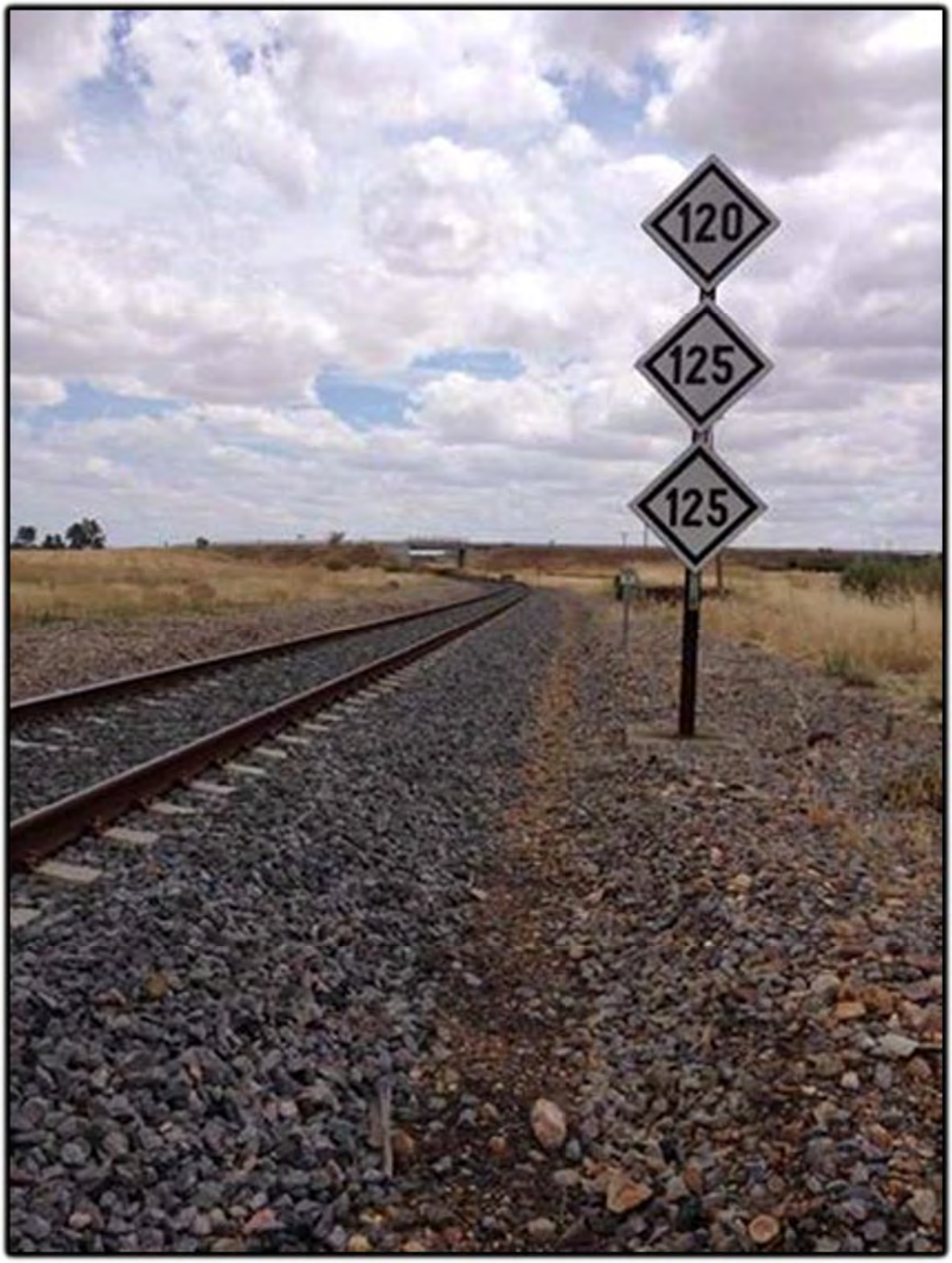
Si por trazado se observa que se pueden alcanzar velocidades mayores, la limitación de velocidad se debe al estado de la superestructura de la vía y necesita ser renovada.

Las zonas en amarillo indican la posibilidad de circulación del tren de mercancías, aunque podría mejorar sus prestaciones si se introdujeran mejoras en la línea.

Las zonas en verde indican que no existe ningún impedimento para la correcta circulación de un tren de mercancías de altas prestaciones sobre la línea y no requiere de actuaciones adicionales para su funcionamiento normal.

[43] Este criterio de colores se ha utilizado también en los planos incluidos en el Anexo V *"Condicionantes infraestructurales y de explotación del Cofemanex"*

Fotografía 104. Limitación de velocidad en el PK 384/900, cerca de Magacela. (Badajoz).



Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La velocidad limitada real es la que Adif tiene contemplada en el cuadro de velocidades máximas de la línea 520 Ciudad Real-Badajoz y que se adjunta en el Anexo I "*Listados generados en el análisis del sistema ferroviario del Cofemanex"*

DEPENDENCIAS: Se señala en este apartado las estaciones o apeaderos que son atravesados por la línea ferroviaria.

ALINEACIÓN EN PLANTA: Tipo de alienación en planta. Puede ser r**ecta** (radio infinito), **curva circular** (radio de curva determinado) o **clotoide** (radio variable). La clotoide es el tipo de curva empleada para realizar la transición entre dos radios de curvatura de dos alienaciones distintas. Si se trata de una recta a una curva circular transita de infinito a R, siendo R el radio de la curva circular. Si se trata de dos alienaciones curvas de distinto radio R1 y R2, la clotoide transita de R1 a R2.

VALOR DE RADIO (m) o LONGITUD DE CLOTOIDE (m): Se incluye en esta columna el valor del radio de la curva circular (infinito si es recta) o la longitud de la clotoide en caso de situarse sobre una curva de transición.

PERALTE (mm): Peralte real o práctico que tiene la vía en la curva circular. El peralte práctico se limita por seguridad al valor de 160 mm para las líneas convencionales gestionadas por Adif, sea cual sea su velocidad máxima de recorrido.

VELOCIDADES POSIBLES MÁXIMAS POR TIPO DE VEHÍCULO (km/h): Velocidad máxima que podría alcanzar cada tipo de vehículo normalizado cumpliendo las exigencias de la norma **NAV 0-2-0.0.** Se incluyen los vehículos tipo N, A, B, C y D.

OBSERVACIONES: Se añade otra información complementaria que puede hacer entender la limitación de velocidad real existente como son la existencia de puentes y obras de fábrica, pasos a nivel o cualquier otro condicionante que se haya considerado de importancia.

Las tablas descriptivas del trazado en planta de la parte extremeña del Cofemanex se incluyen en el Anexo I "*Listados generados en el análisis del sistema ferroviario del Cofemanex".*

Fotografía 105. Preaviso de limitación de 160 km/h en la estructura sobre río Lácara. PK 470/000, cerca de Torremayor. (Badajoz).

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 106. Limitación de 80 km/h en el PK 361/400 cerca de Campanario

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 107. Aviso de limitación temporal de 30 km/h en la Vía Pecuaria Vereda de Zalamea. PK 370/200, cerca de Campanario (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

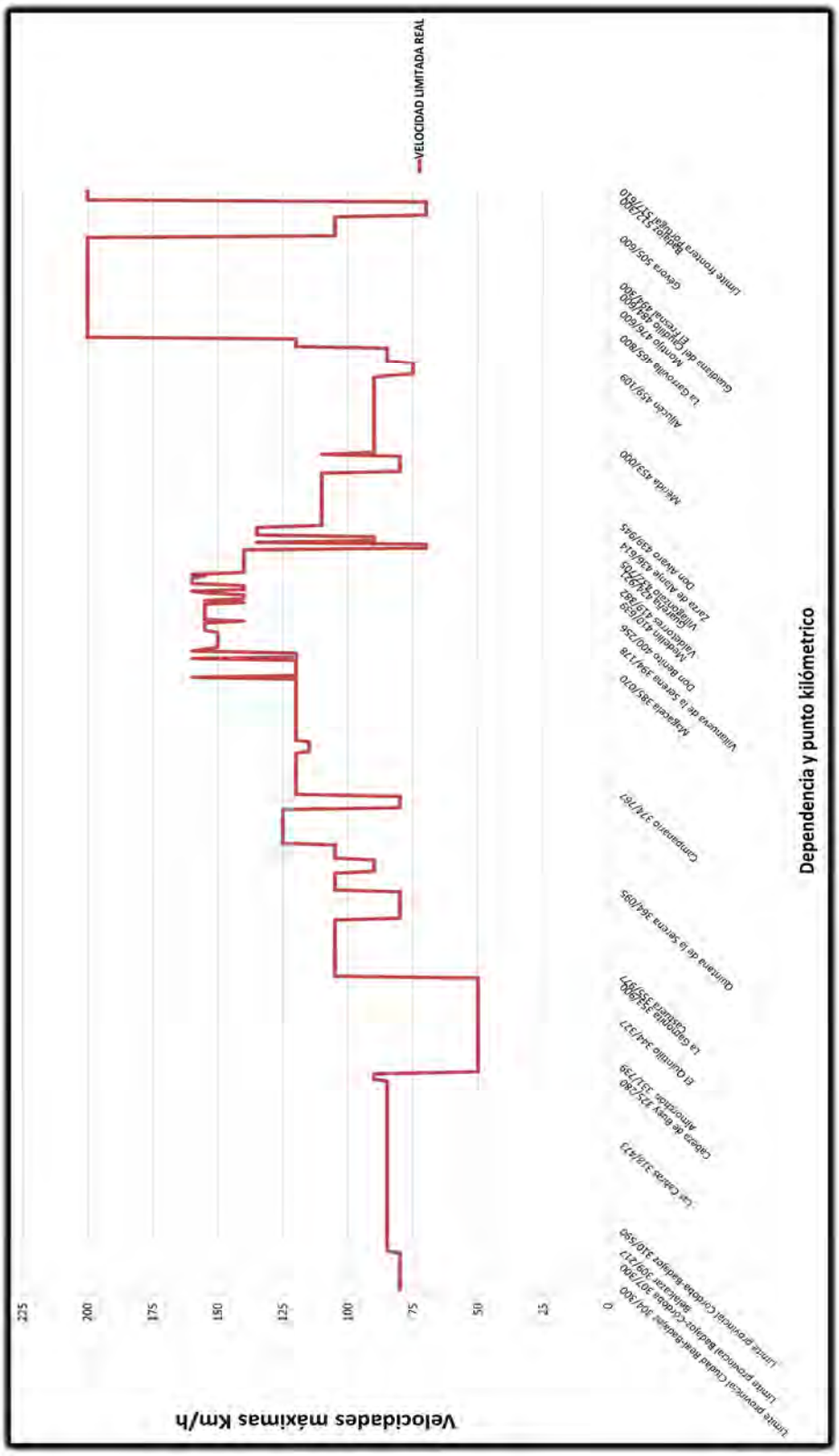
Fotografía 108. Limitación de velocidad de 40 km/h en la urbanización Río Caya (Badajoz) en la frontera con Portugal

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.5.5.- Resultados del trazado en planta

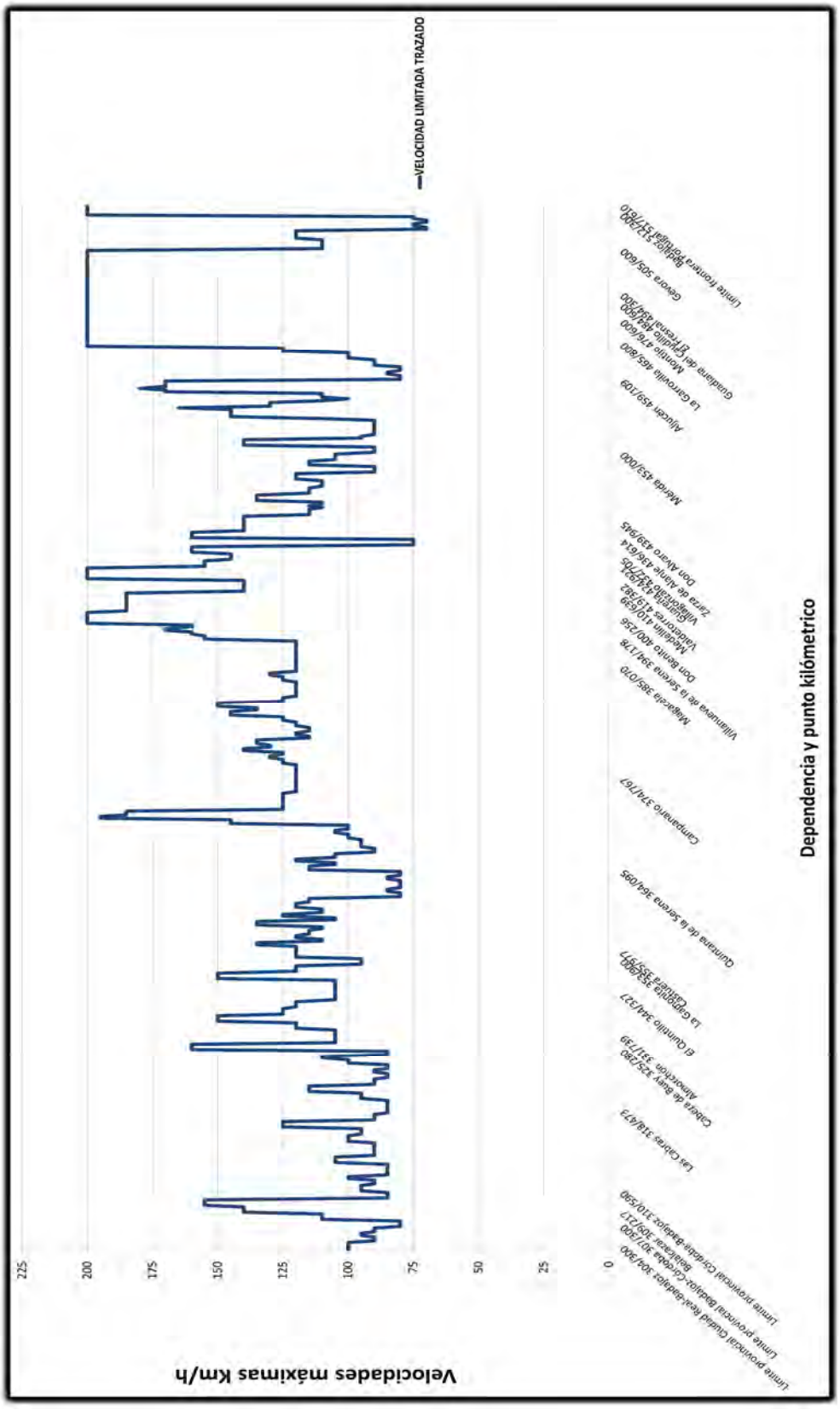
Del estudio realizado sobre el trazado en planta se obtienen los siguientes resultados:

Gráfico 102. Tramo extremeño del Cofemanex. Velocidades máximas autorizadas en la línea (km/h)



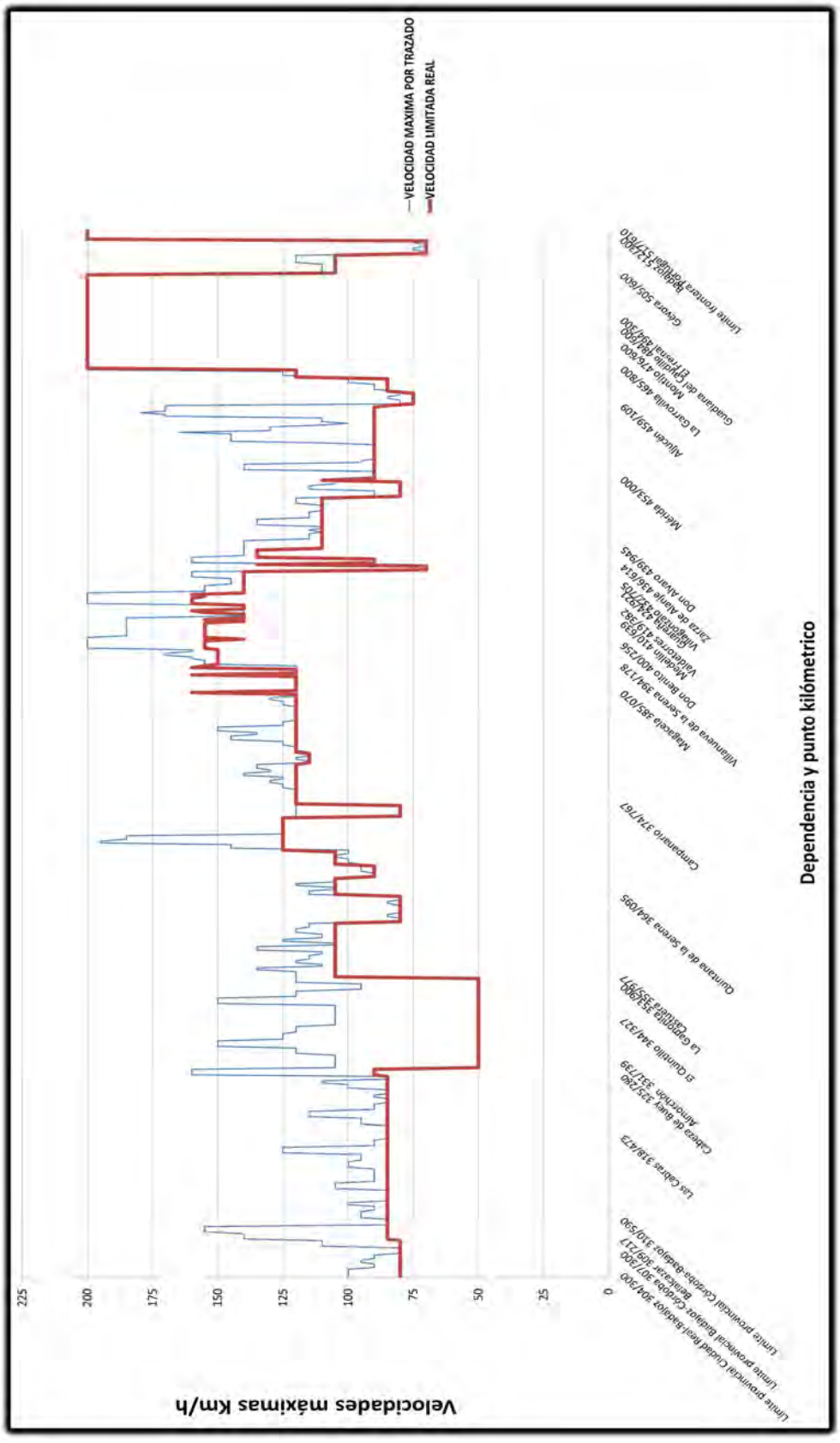
Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Gráfico 103. Tramo extremeño del Cofemanex. Velocidades máximas posibles por el trazado de la línea (km/h)



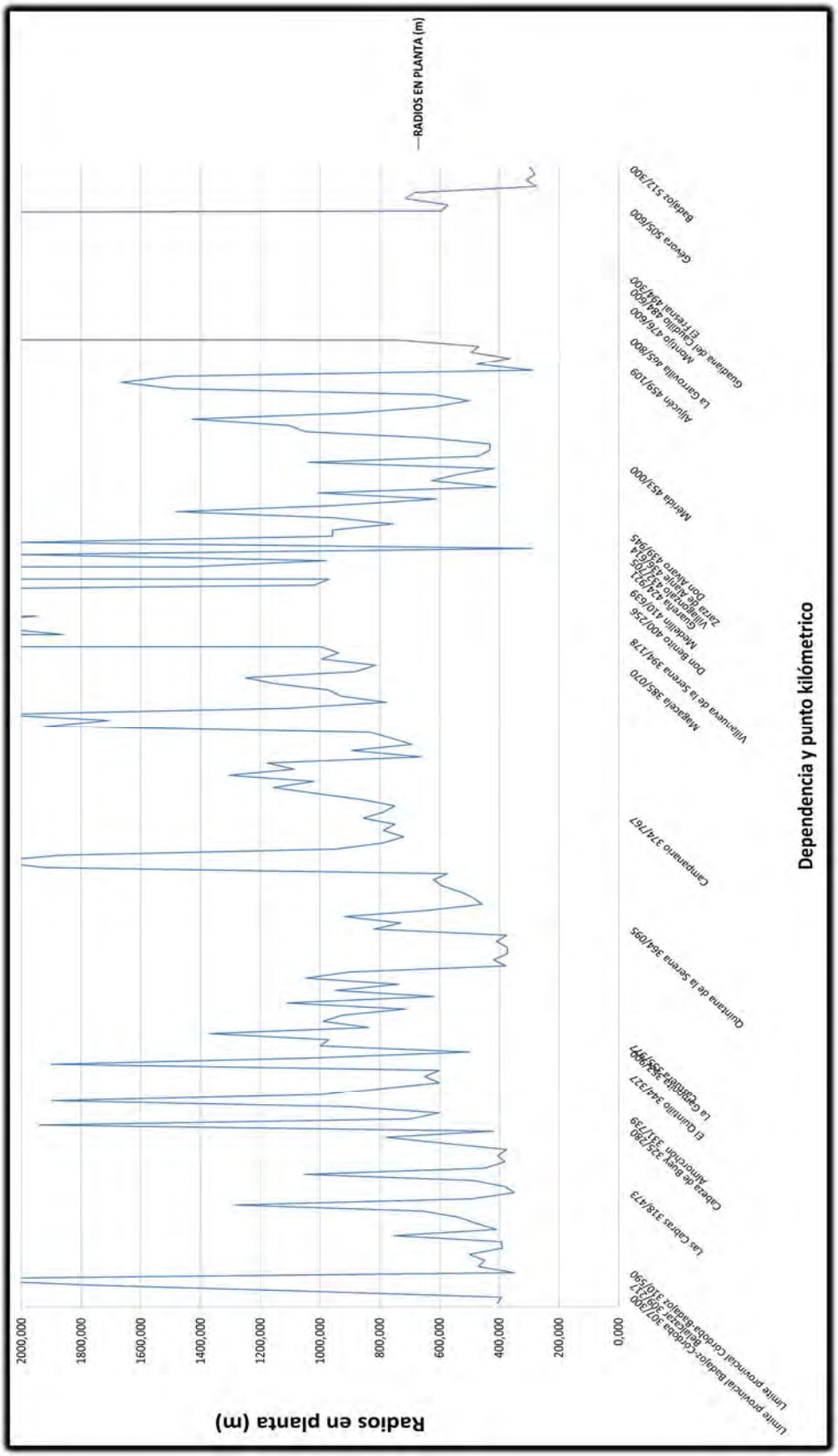
Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Gráfico 104. Tramo extremeño del Cofemanex. Diferencia entre las velocidades máximas (km/h) que se pueden alcanzar por el trazado en planta y las velocidades máximas reales permitidas en la línea



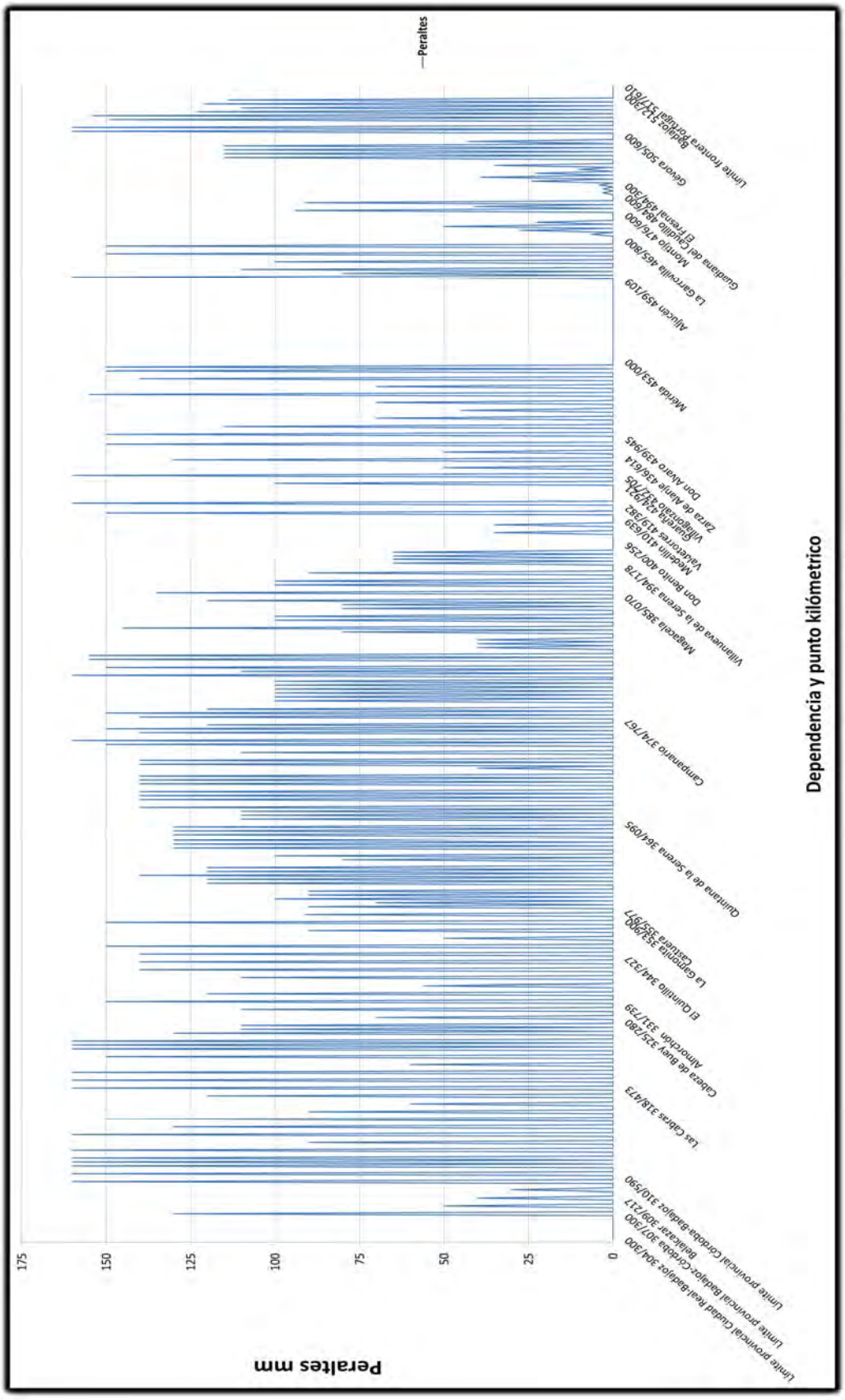
Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Gráfico 105. Tramo extremeño del Cofemanex. Radios horizontales en planta (m)



Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Gráfico 106. Tramo extremeño del Cofemanex. Diagrama de peraltes (mm)



Fuente: Juan Francisco Coloma Miró. No se incluyen los peraltes entre Mérida y Aljucén por haber sido corregidos en septiembre de 2014

2.5.6.- Conclusiones del trazado en planta

Del gráfico de velocidades reales de circulación y máximas por trazado se observa que la mayor diferencia se produce entre Castuera y Cabeza del Buey, donde las velocidades se limitan a 50 km/h por el estado de la vía, pudiéndose alcanzar por trazado los 140 km/h. Se trata por tanto, del tramo de vía que requiere la actuación más urgente.

Es la zona de vía que se encuentra más deteriorada, con traviesas de madera y carriles de principios del siglo XX. Los desvíos son todos manuales o mecánicos y el bloqueo de la línea es telefónico.

Fotografía 109. Desvío manual tipo A en la estación de Cabeza del Buey (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La zona de peor trazado en planta se encuentra entre el límite de provincia y Cabeza del Buey, donde los radios proyectados permiten velocidades máximas comprendidas entre los 80 km/h y los 100 km/h. La otra zona complicada se encuentra entre Zarza de Alanje y Mérida donde los radios proyectados permiten circulaciones máximas de 110 km/h. [44]

Del gráfico de peraltes se puede deducir que no en todas las curvas se proyecta el peralte máximo permitido por la NAV 0-2-0.0, por lo que existe un margen de mejora de velocidad máxima sin necesidad de llevar a cabo una modificación del trazado en planta.

Para el resto del trazado se recurre a la comparativa entre las velocidades máximas establecidas en la Declaración de Red de Adif y las máximas reales permitidas en la línea.

[44] Los radios mínimos en curvas circulares de planta establecidas en la **NAV 0-2-0.0** son de 970 m, 1.300 m y 1.980 m para velocidades máximas de circulación 140 km/h, 160 km/h y 200 km/h respectivamente.

La tramificación teórica de velocidades máximas existentes en la declaración de red de Adif, para el Cofemanex es [45]:

– Puertollano (PK 213/700) –Almorchón (PK 331/700) → 140 km/h

– Almorochón (PK 331/700) –Mérida (P.K: 453/000) → 160 km/h

– Mérida (PK 453/000) –Aljucén (PK 459/100) → 90 km/h

– Aljucén (PK 459/100)-Badajoz (512/300) → 200 km/h

– Badajoz (PK 512/300)-Límite frontera portuguesa (517/610)→ 120 km/h

Sin embargo del estudio exhaustivo que se ha realizado del trazado en planta arroja las siguientes conclusiones:

De Gualdamez (PK 294/300) a Cabeza de Buey (PK 325/300) la velocidad está limitada a velocidades muy inferiores a la declaración de la red. Entre Gualdamez y Belalcazar (P.K: 309/200) las velocidades se limitan a 90 km/h y 80 km/h, y entre Belalcazar y Cabeza del Buey, la velocidad se limita a 85 km/h. Una vez renovada la superestructura de la línea, el gráfico de velocidades máximas indica que se podrían alcanzar valores de 100 km/h con pequeñas actuaciones de mejora, sin embargo la subida a los 140 km/h requeriría mejoras adicionales del trazado en planta de la línea y corrección de sus peraltes.

Fotografía 110. Desvío mecánico en la estación de Almorchón. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

[45] Se incluye el mapa de velocidades máximas de la red gestionada por Adif en el apartado 2.5.3 "*Cálculo de las velocidades máximas*"de esta tesis doctoral.

Fotografía 111. Curva limitada a 80 km/h a la salida de la estación de Campanario (Badajoz) dirección Puertollano

Fuente: juan Francisco Coloma Miró

De Cabeza del Buey (PK 325/300), a Almorchón (PK 331/700) las velocidades máximas permitidas en la línea son de 90 km/h en su primer tramo y 50 km/h en el resto. Una renovación integral de la vía permitiría alcanzar los 140 km/h que se reflejan en la **"Declaración de la Red**", puesto que los datos del trazado en planta son adecuados para alcanzar esta velocidad máxima.

De Almorchón (PK 331/700) a Castuera (PK 356/000) se limita a 50 km/h la velocidad máxima por el mal estado de la vía. Una renovación integral de la misma permitiría alcanzar velocidades cercanas a los 140 km/h, pero no los 160 km/h que indica la declaración de red de Adif. Para conseguir estas velocidades se necesitaría modificar el trazado en planta y los peraltes de la línea en ese tramo.

De Castuera (PK 356/000) a Campanario (PK 374/800) el trazado es muy irregular y las limitaciones de velocidad continuas. Las velocidades se limitan a 80 km/h, 90 km/h y 105 km/h, según las zonas. La vía actualmente está renovada en todo el tramo, por lo que la única forma que existe de alcanzar las velocidades máximas de la declaración de red de Adif (160 km/h) es modificar el trazado en planta y los peraltes existentes.

De Campanario (PK 374/800) a Magacela (PK 385/100) el trazado en planta mejora y las velocidades de recorrido se amplían a 120 km/h y 125 km/h. Para poder alcanzar los 160 km/h incluidos en la declaración de red de Adif también se requiere la modificación del trazado en planta y peraltes del tramo.

De Magacela (PK 385/100) a Zarza de Alange (PK 436/600) el trazado en planta sigue mejorando y se permite alcanzar los 160 km/h que establece la declaración de red.

De Zarza de Alange (PK 436/600) a Mérida (PK 453/000) el trazado existente impide alcanzar los 160 km/h marcados en la declaración de red. Se limitan las velocidades de circulación a 135 km/h y 110 km/h. Se requiere por tanto también en esta zona llevar a cabo una modificación del trazado en planta y de los peraltes de la vía actual.

Entre Mérida (PK 453/000) y Aljucén (PK 459/100) se ha llevado a cabo una renovación integral de vía recientemente (septiembre 2014) por lo que se pueden alcanzar los 90 km/h que marca la declaración de la red de Adif.

Fotografía 112. Puente sobre el río Guadiana cerca de Zarza de Alanje. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 113. Confluencia de la línea Badajoz-Mérida y Cáceres –Mérida en las proximidades de la estación de Aljucén (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

De Aljucén (PK 459/100) a la Garrovilla (PK 456/800) el trazado es bastante sinuoso y las limitaciones de velocidad continuas, pudiéndose alcanzar los 85 km/h y 120 km/h en el tramo. Para alcanzar los 200 km/h marcados en la declaración de red se requieren mejoras sustanciales de trazado en planta y peraltes correspondientes.

Fotografía 114. Automotor R-598 en el PK 494/300 cerca de Fresnal. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

De la Garrovilla (PK 456/800) a Badajoz (PK 512/300) se encuentra el mejor trazado de toda la línea pudiéndose alcanzar con el material móvil adecuado [46] las velocidades de 200 km/h marcadas en la declaración de la red de Adif.

Dentro de Badajoz (PK 512/300) el acceso a la estación se hace a través de un soterramiento con una curva de velocidad limitada a 70 km/h. Esta limitación al llevarse a cabo en la ciudad y cerca de la estación, no se debe tener en cuenta en el cuadro de velocidades máximas.

[46] En la actualidad circulan por la línea los automotores R-598 y S-599 de Renfe Operadora cuya velocidad máxima de circulación son los 160 km/h.

Fotografía 115. Automotores R-598 y S-599 en la Estación de Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

El tramo Badajoz (PK 512/300) -Límite de frontera portuguesa (PK 517/610) es una recta en planta por lo que se pueden alcanzar los 120 km/h que refleja la declaración de red de Adif. Una vez entrado en Portugal los trenes deben reducir su velocidad a 40 km/h debido al mal estado de la vía.

Por último es importante señalar que las obras de renovación de vía, como la que se ha realizado en septiembre 2014 sobre el tramo Aljucén-Badajoz, son obras de un coste bajo y que no requieren expropiaciones ni gestiones administrativas adicionales. Sin embargo, si las limitaciones de velocidad se deben a la geometría del trazado en planta, se requiere la modificación del trazado de la línea para poder mejorar la velocidad de circulación. Este tipo de proyectos son mucho más costosos ya que necesitan de expropiaciones adicionales y autorizaciones de otros organismos, como medioambiente.

Dado que el Cofemanex es un corredor ferroviario prioritario de mercancías, las velocidades máximas tienen menos importancia que la longitud total del tren o la carga máxima por eje. Por tanto se deben mejorar las velocidades de circulación reemplazando la superestructura actual o mejorando los peraltes en las zonas donde se requiera, pero no corregir la planta de la vía.

2.6.- TRAZADO EN ALZADO DEL COFEMANEX

2.6.1.- Introducción

La línea que une Puertollano con Badajoz (Cofemanex) pertenece a la línea de ferrocarril Ciudad Real-Badajoz (línea 520 de la Red Adif) y discurre sensiblemente de este a oeste. Se inicia en Puertollano (PK 213/700) y termina en Badajoz, en el límite de la frontera con Portugal (PK 517/610).

El punto más alto de la línea se encuentra entre las estaciones de Brazatortas y Caracollera donde se alcanzan los 721 m sobre el nivel del mar a 60 km de Ciudad Real. El punto más bajo de la línea se encuentra en Badajoz a 173 m de altitud.

La parte de trazado extremeño se inicia en el límite de la provincia de Ciudad-Real-Badajoz (PK 304/273) y termina en la frontera con Portugal (PK 517/610). Tiene por tanto una longitud total de 213 kilómetros y 337 metros. El resumen del trazado en alzado es el siguiente:

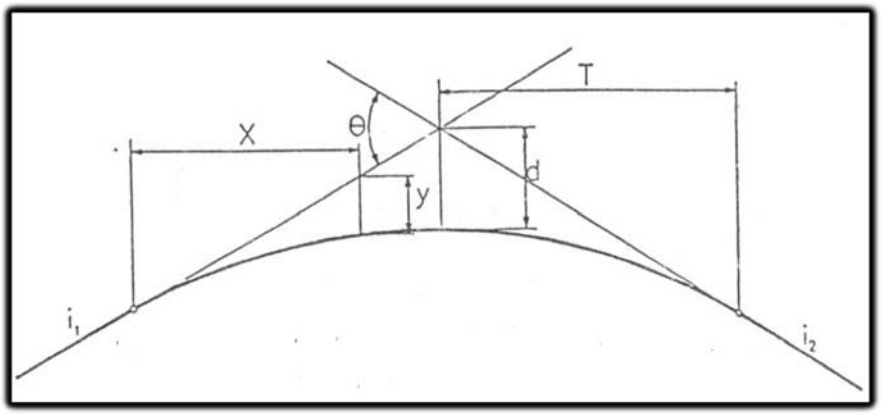
Tabla 60. Resumen de parámetros de trazado en alzado. Tramo extremeño del Cofemanex

Longitud en rampa (m)	56.216
Longitud en penidente (m)	79.513
Longitud con pte horizontal (m)	6.878
Longitud en acuerdo vertical (m)	70.730
Total tramo extremeño (Km)	213,337
Pendiente máxima ‰	- 18,30
Pendiente mínima ‰	- 0,01
Rampa máxima ‰	17,80
Rampa mínima ‰	0,02
Rampa media ‰	6,21
Pendiente media ‰	- 5,44
Desnivel medio ‰	- 0,59
Kv máximo (m)	6.872.432
Kv mínimo (m)	2.000

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

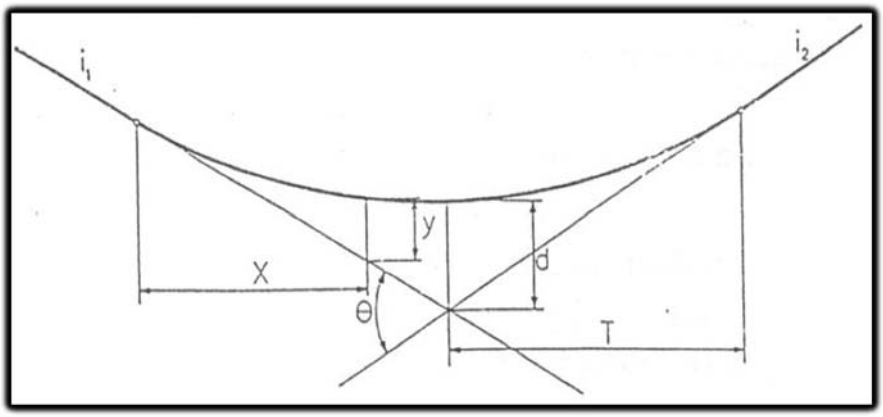
Para el perfil longitudinal de la línea ferroviaria se diseñan rasantes de pendiente constante. La transición entre rasantes se resuelve mediante acuerdos parabólicos. Los acuerdos pueden ser cóncavos ó convexos. La parábola se define por el valor del parámetro Kv, que representa la longitud de la curva por unidad de variación de pendiente, y también el radio de curvatura en el vértice. El esquema es el siguiente:

Gráfico 107. Esquema de un acuerdo parabólico convexo



Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

Gráfico 108. Esquema de un acuerdo parabólico convexo



Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

Ecuación 15. Formulación del acuerdo parabólico

$$Y = \frac{x^2}{2 \cdot Kv} \qquad T = \frac{K_V \cdot \theta}{2} \qquad d = \frac{K_V \cdot \theta^2}{8}$$

Fuente: Apuntes de Infraestructura del Transporte de Juan Francisco Coloma Miró

Donde:

Kv= Parámetro de la parábola (m)

x , y = Coordenadas de la parábola (m)

T = Longitud de la tangente (m)

d = Longitud de la bisectriz (m)

i_1 e i_2: inclinaciones de entrada y salida del acuerdo parabólico

$\theta = i_2 - i_1$

2.6.2.- Descripción del trazado en alzado. Rampas características

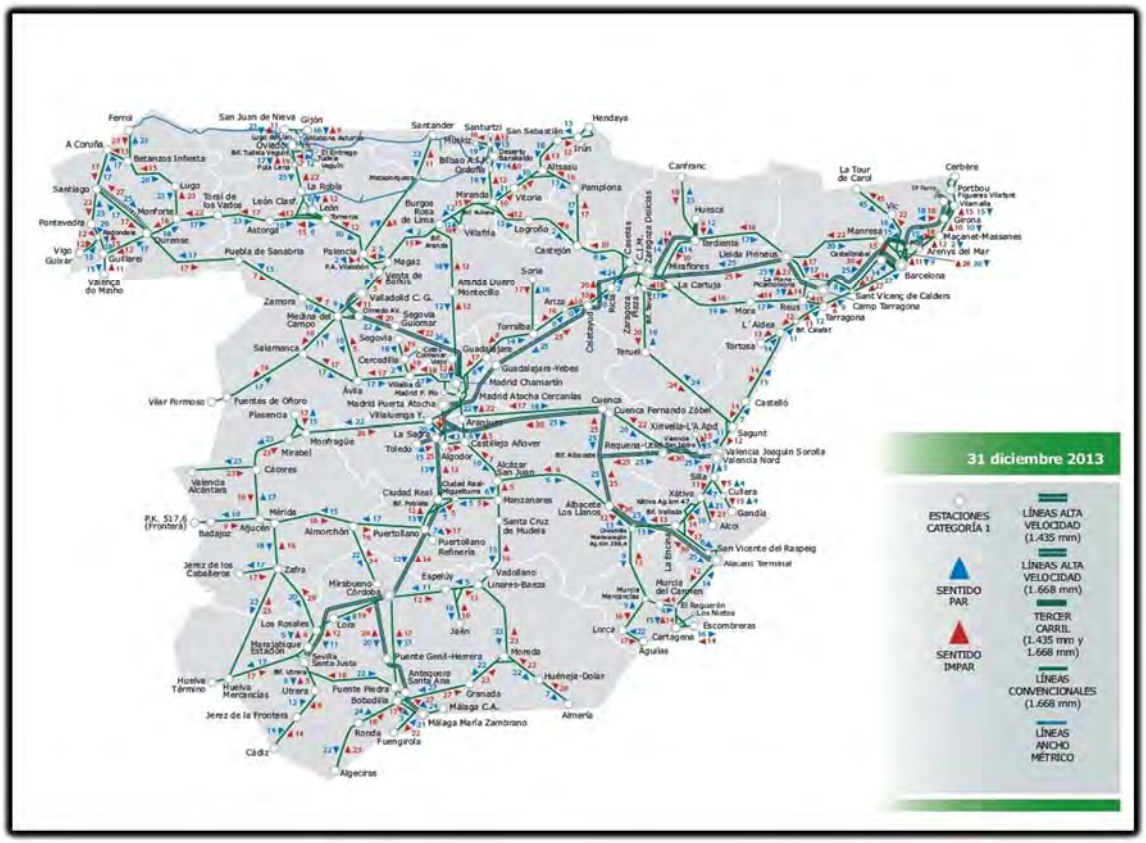
La línea Puertollano-Badajoz, en su tramo extremeño, dispone de 180 rampas, 222 pendientes y 13 rasantes horizontales. Los tramos de transición entre estas alineaciones se llevan a cabo con acuerdos parabólicos cuya constante Kv es el radio vertical empleado en el acuerdo.

El 26,35% del recorrido están en rampa, el 37,27% en pendiente y el 3,22% en tramo horizontal. El resto del trazado discurre por parábolas de parámetro Kv que son las curvas de transición de rasante empleadas.

La zona de peor trazado se encuentra entre Gualdamez y Cabeza de Buey. En el PK 300/000 se tiene la rampa mayor de 17,80 ‰ en una longitud de 100 m, la pendiente mayor de 18,30 ‰ a lo largo de 61 m, y el radio vertical en curvas de transición parabólica menor, con un Kv de 2.000 m y 5.720 m de tangente. En toda esta zona, la velocidad máxima de circulación está limitada a 80 km/h. [47]

A continuación se adjunta el mapa de rampas características que Adif incluye en su **Declaración de la Red (2014):**

Gráfico 109. Mapa de rampas características de la red ferroviaria gestionada por Adif

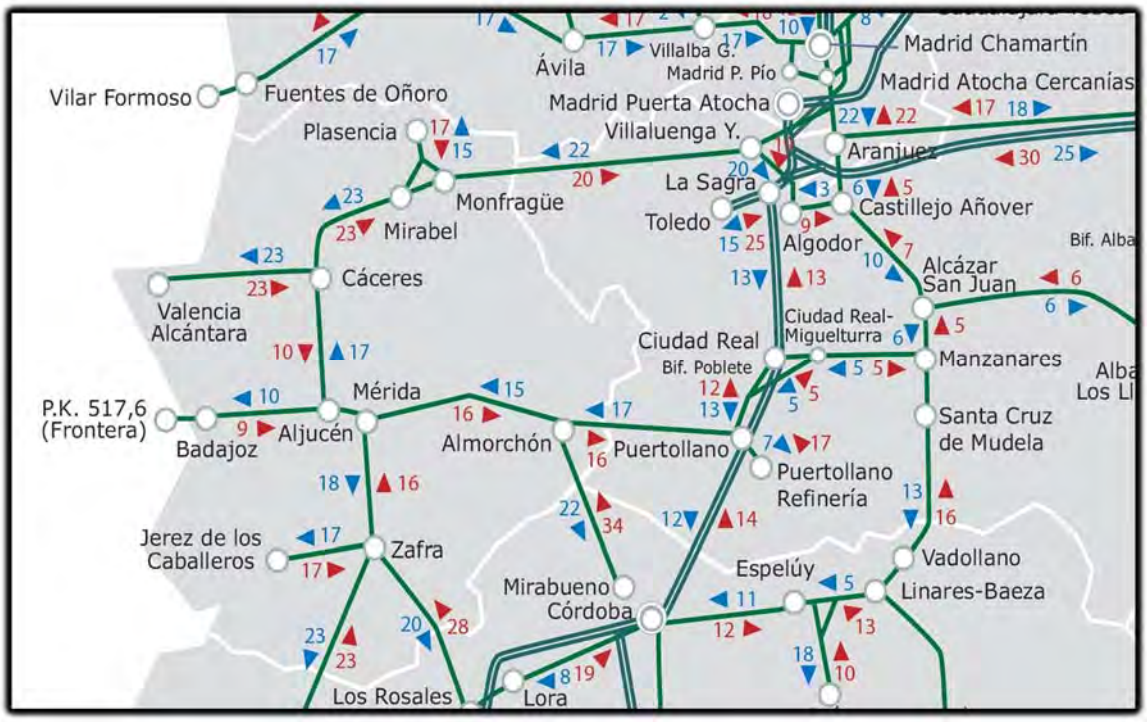


Fuente: Adif

[47] La NAV 0-2-0.0 establece un Kv mínimo de 5.100 m, 6.600 m y 10.000 m para velocidades de 140 km/h, 160 km/h y 200 km/h respectivamente.

Si se hace una ampliación en el corredor Cofemanex el resultado es el siguiente:

Gráfico 110. Rampas características en el Cofemanex, según la declaración de Red de Adif



Fuente Adif

2.6.3.- Carga máxima en función de la rampa característica

El "**Cuadro de Cargas Máximas**" es el documento oficial que establece las cargas remolcables, por cada locomotora, en las distintas líneas de la Red. Se encuentra a disposición de las empresas ferroviarias y otros Candidatos en la Subdirección de Planificación y Gestión de Capacidad, de la Dirección de Planificación y Gestión de Red.

La carga máxima que puede transportar una locomotora de mercancías viene condicionada por el arranque en rampa de la misma y por ello queda limitada en función de la rampa característica del tramo.

De manera general, la determinación de la carga máxima se realiza sobre la base de considerar dos parámetros:

– La rampa característica más desfavorable del recorrido del tren.

– La carga máxima de las locomotoras, en función de la rampa característica resultante anterior.

La carga máxima representa la carga que técnicamente puede arrastrar una locomotora en condiciones extremas de explotación.

La aplicación de la carga máxima a los trenes puede dar lugar, especialmente en caso de locomotoras diesel, a velocidades de circulación bajas, las cuales pueden resultar incompatibles con la explotación, o con un aprovechamiento razonable de la capacidad de vía. Por este motivo, independientemente de la carga máxima establecida, Adif puede poner condicionantes o rechazar las solicitudes que den lugar a velocidades inadecuadas debido a la carga propuesta por el Candidato en una determinada solicitud de Capacidad.

Las locomotoras de mercancías empleadas en el Cofemanex, al tratarse de un tramo ferroviario sin electrificación, son de tracción diésel. La tabla de cargas máxima (en toneladas) en función de la rampa característica (en ‰) para estas locomotoras es la siguiente:

Tabla 61. Relación entre la carga máxima (t) y la rampa característica (‰) para los distintos tipos de locomotora de mercancías

Rampa caract.	SERIES DE LOCOMOTORAS							
	333	333.2 Sin calefacción	333.2 Con calefacción	333,3	333,4	334	335	354
0	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.300	2.500	2.500
1	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.830	2.500	2.500
2	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.520	2.500	2.500
3	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.300	2.500	2.500
4	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.130	2.500	2.320
5	2.300	2.230	2.480	2.500	2.500	990	2.500	2.080
6	2.050	1.990	2.280	2.500	2.330	890	2.500	1.850
7	1.850	1.790	2.070	2.390	2.090	800	2.500	1.670
8	1.680	1.630	1.870	2.220	1.900	720	2.400	1.510
9	1.540	1.490	1.710	2.080	1.740	660	2.250	1.380
10	1.410	1.370	1.570	1.950	1.600	610	2.110	1.280
11	1.310	1.270	1.450	1.830	1.480	560	2.000	1.180
12	1.220	1.180	1.350	1.730	1.380	520	1.890	1.100
13	1.140	1.100	1.250	1.620	1.290	490	1.780	1.030
14	1.070	1.030	1.170	1.520	1.210	450	1.670	960
15	1.000	970	1.100	1.410	1.140	430	1.560	910
16	940	920	1.040	1.340	1.070	400	1.490	860
17	890	870	980	1.280	1.010	380	1.410	810
18	850	820	930	1.210	960	360	1.340	770
19	800	780	880	1.150	910	340	1.270	730
20	760	740	840	1.100	870	320	1.210	690
21	730	710	800	1.050	830	300	1.160	660
22	690	670	760	1.000	790	290	1.110	630
23	660	640	730	960	760	270	1.060	610
24	630	620	690	920	730	260	1.020	580
25	610	590	670	880	700	250	980	560
26	580	570	640	850	670	240	940	540
27	560	540	610	820	640	230	900	520
28	540	520	590	780	620	220	870	500
29	520	500	570	760	600	210	840	480
30	500	480	550	730	570	200	810	460
35	420	400	460	620	480	160	690	390
40	360	340	390	540	410	130	600	340
45	310	300	340	470	360	110	520	290

Fuente: Adif

La locomotora de mercancías más usada por Renfe Operadora en el Cofemanex es la disesel serie 333.3. **Como la rampa característica mayor en todo el tramo es de 18,3‰, se garantiza el traslado de trenes de hasta las 1.100 toneladas de peso a lo largo de toda la línea.**

2.6.4.- Cálculo de las velocidades máximas

La **NAV 0-2-0.0** limita la aceleración máxima vertical producida en los acuerdos verticales a 0,30 m/s^2.

Se tiene por tanto

Ecuación 16. Aceleración centrífuga vertical máxima

$$A_{cv} = \frac{V^2}{R_V} \leq 0{,}30\ m/s^2$$

Fuente: Adif. NAV 0-2-0.0 Geometría de la Vía. Parámetros geométricos.

Donde:

V: Velocidad del vehículo en el acuerdo vertical en m/s

R_v: Radio de curvatura vertical en el acuerdo parabólico en m

El valor en km/h de la velocidad máxima en la parábola de transición será por tanto el siguiente:

Ecuación 17. Velocidad máxima en transición de rasantes

$$V_{max} \leq \sqrt{3{,}6^2 R_v 0{,}30}$$

Fuente: Adif. NAV 0-2-0.0 Geometría de la Vía. Parámetros geométricos.

Es importante resaltar que cuando se emplean acuerdos parabólicos para la transición de rasantes, el parámetro de la parábola Kv, es el radio de curvatura mínimo de la parábola y por tanto coincide con el radio vertical mínimo (Rv) exigido en la NAV 0-2-0.0.

Por otro lado la **NAV 0-2-0.0** exige rampas máximas de 15 ‰ (excepcional 20 ‰) para velocidades de circulación de 160 km/h y máximas de 12,5 ‰ (excepcional 15 ‰) para velocidades de 200 km/h.

Como se ha comentado en la nota anterior, la **NAV 0-2-0.0** establece un Kv mínimo de 5.100 m, 6.600 m y 10.000 m para velocidades de circulación de 140 km/h, 160 km/h y 200 km/h respectivamente.

2.6.5.- Tabla descriptiva del trazado en alzado de la parte extremeña del Cofemanex

En el Anexo I "*Listados generados en el análisis del sistema ferroviario del Cofemanex*", se adjunta una tabla donde se describe exhaustivamente el trazado en alzado de la parte extremeña del corredor **Cofemanex**. Como ya se comentado al principio de este apartado, la parte de trazado extremeño se inicia en el límite de la provincia de Ciudad-Real-Badajoz (PK 304/273) y termina en la frontera con Portugal (PK 517/610). Tiene por tanto una longitud total de 213 kilómetros y 337 metros.

Las columnas diseñadas contienen la siguiente información:

PUNTO KILOMÉTRICO: Punto kilómetrico del trazado ferroviario según la línea 520 de Adif Ciudad Real- Badajoz.

LONGITUD (m): Tramo en metros de la alineación empleada en alzado.

VELOCIDAD LIMITADA EN EL TRAMO (km/h): Velocidad real a la que está limitada el tramo en km/h. Las locomotoras de mercancías alcanzan velocidades comprendidas entre los 100-120 km/h por lo que se ha establecido el siguiente criterio de colores: [48]

Tabla 62. Criterio de colores seguido para indicar las velocidades máximas

Velocidad máxima (km/h)	Color
V ≥ 120	Verde
120>V≥100	Amarillo
100> V	Rojo

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Los **tramos en rojo** son zonas que necesitan ser acondicionadas para poder alcanzar las velocidades requeridas en una línea de altas prestaciones.

Si por trazado se observa que se pueden alcanzar velocidades mayores, la limitación de velocidad se debe al estado de la superestructura de la vía y necesita ser renovada.

Las **zonas en amarillo** indican la posibilidad de circulación del tren de mercancías, aunque podría mejorar sus prestaciones si se introdujeran mejoras en la línea.

Las **zonas en verde** indican que no existe ningún impedimento para la correcta circulación de un tren de mercancías de altas prestaciones sobre la línea y no requiere de actuaciones adicionales para su funcionamiento normal.

La velocidad limitada real es la que Adif tiene contemplada en el cuadro de velocidades máximas de la línea 520 Ciudad Real-Badajoz, y se adjunta en el Anexo I "*Listados generados en el análisis del sistema ferroviario del Cofemanex"*

DEPENDENCIAS: Se señala en este apartado las estaciones o apeaderos que son atravesados por la línea ferroviaria.

RAMPA O PENDIENTE (‰): Rampa (valor positivo) o pendiente (valor negativo) en tanto por mil de la rasante de la línea ferroviaria. Si el trazado de la línea se encuentra sobre una curva de transición (parábola) se indica la palabra "*Transición*".

RADIO VERTICAL (m) o K_V (m): Magnitud en metros del radio vertical mínimo existente en la curva de transición de rasantes. En el caso de tratarse de un acuerdo parabólico coincide con el parámetro Kv.

[48] Este criterio de colores se ha utilizado también en los planos inlcuidos en el Anexo V *"Condicionantes infraestructurales y de explotación del Cofemanex".*

Fotografía 116. Rampa del 15,37‰ en el PK 324/700 cerca de Cabeza de Buey (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

VELOCIDAD MÁXIMA POR TRAZADO (km/h): Velocidad máxima que podría alcanzar un vehículo normalizado cumpliendo las exigencias de la norma **NAV 0-2-0.0**. Se puede limitar por rampa máxima (hasta 12,5 ‰→ 120 km/h, hasta 15 ‰ → 160 km/h, y hasta 20‰ → 140 km/h), o limitación de velocidad en acuerdos parabólicos definidos en la ecuación nº17.

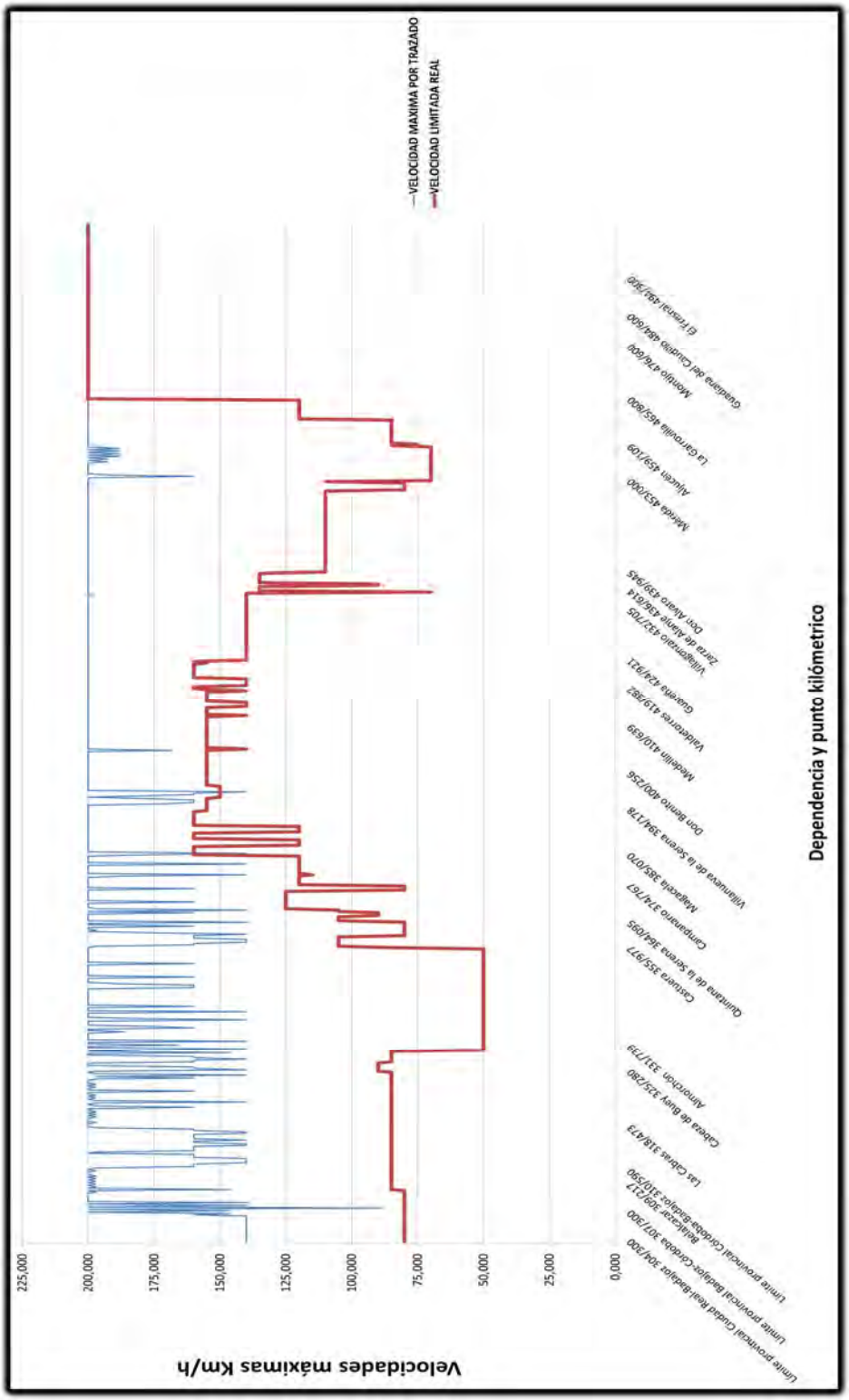
OBSERVACIONES: Se añade otra información complementaria que puede hacer entender la limitación de velocidad real existente como son la existencia de puentes y obras de fábrica, pasos a nivel o cualquier otro condicionante que se haya considerado de importancia para poderlo resaltar.

Las tablas descriptivas del trazado en alzado de la parte extremeña del Cofemanex se incluyen en el Anexo I "*Listados generados en el análisis del sistema ferroviario del Cofemanex*"

2.6.6.- Resultados del trazado en alzado

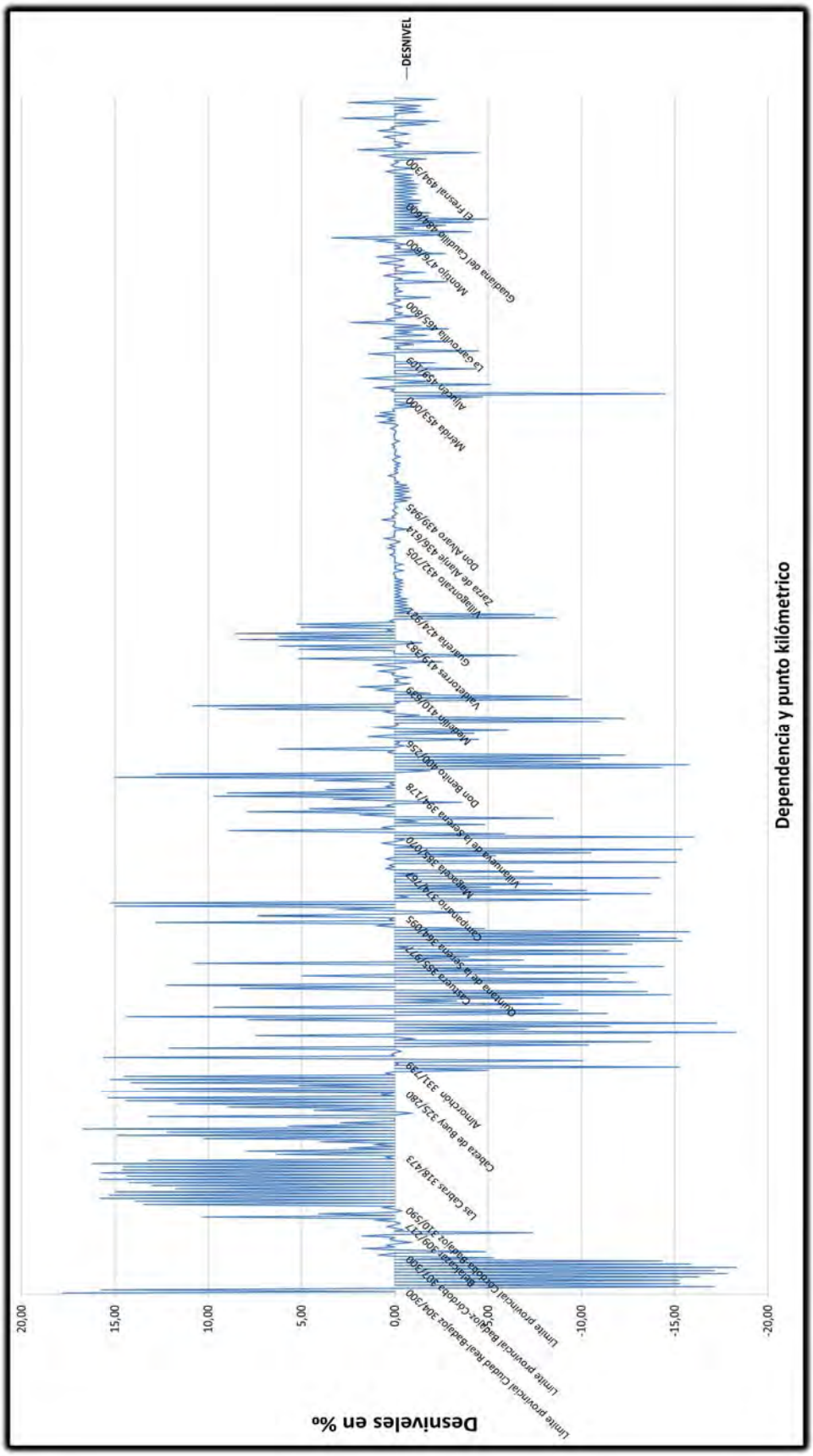
Del estudio realizado sobre el trazado en alzado se obtienen los siguientes resultados:

Gráfico 111. Diferencia entre las velocidades máximas que se pueden alcanzar por el trazado en alzado y las velocidades máximas reales permitidas en el Cofemanex



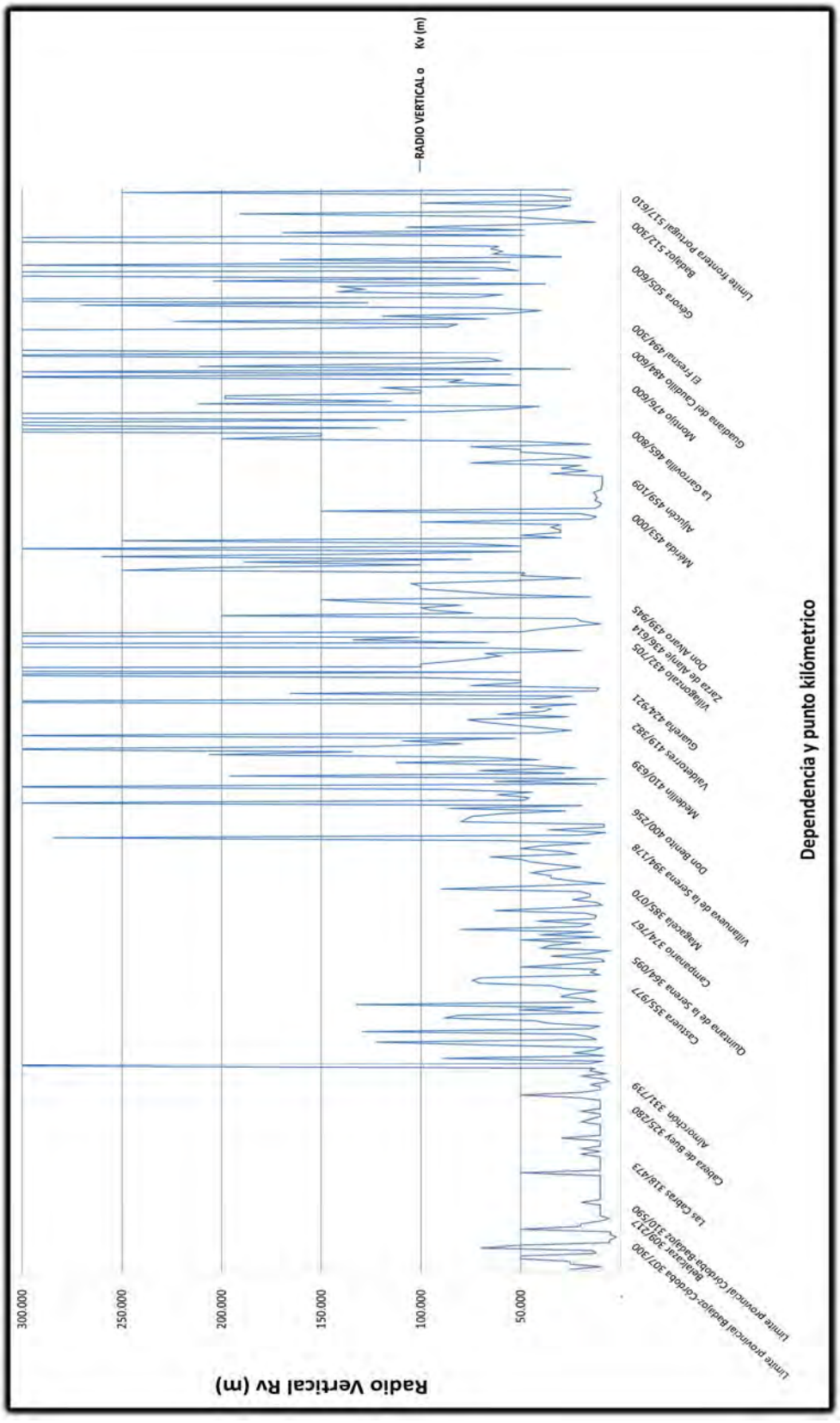
Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Gráfico 112. Desniveles en el tramo extremeño del Cofemanex



Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Gráfico 113. Radios verticales empleados en las parábolas de transición en el tramo extremeño del Cofemanex



Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.6.7.- Conclusiones del trazado en alzado

El perfil longitudinal del Cofemanex es muy suave y con pequeñas pendientes. El desnivel medio es una pendiente de 0,59 ‰.

Para obras de nueva construcción la **NAV 0-2-0.0** limita las rampas a 20 ‰ para velocidades de 140 km/h, 15‰ de máxima - 20‰ excepcional para velocidades de 160 km/h y máxima de 12,5% - excepcional de 15 ‰ para velocidades de 200 km/h.

Fotografía 117. Señal de pendiente del 1‰ en 1.597 m, en la calle Vicente Alexandre de Mérida. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La rampa máxima de 18,30‰, se encuentra en el PK 306/356 (cerca de Belalcazar-Córdoba) sentido Puertollano en una longitud de 61 m. También existe una rampa de 17,80 ‰ sentido Badajoz de 100 m de longitud a la altura del PK 300/000 (cerca de Gualdamez-Los Pedroches-Ciudad Real). Se trata por tanto de rampas excepcionales y el corredor ferroviario Cofemanex, tiene en todo su recorrido, parámetros que cumplen norma para una velocidad máxima de 160 km/h. También cumple con las ETIs europeas [49]

[49] **Las especificaciones técnicas de operabilidad europeas (ETIs)** establecen 12,5 % de rampa máxima y 20‰ excepcionalmente durante 3 km máximo.

Fotografía 118. Pendiente de entrada al túnel de Las Cabras sentido Puertollano

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Para 160 km/h de velocidad máxima de recorrido, el Kv mínimo en las parábolas de transición es de 6.600 m (4.900 m excepcional). Esta exigencia se cumple en todo el recorrido a excepción del PK 307/292 (cerca de Belalcazar), donde se tiene un Kv de 2.000 m y 11m de desarrollo, que hace que sea necesario limitar la velocidad en ese tramo a 80 km/h.

La tramificación teórica de velocidades máximas existentes en la declaración de red de Adif, para el Cofemanex es [50]:

– Puertollano (PK 213/700) –Almorchón (PK 331/700) → 140 km/h
– Almorochón (PK 331/700) –Mérida (P.K: 453/000) → 160 km/h
– Mérida (PK 453/000) –Aljucén (PK 459/100) → 90 km/h
– Aljucén (PK 459/100)-Badajoz (PK 512/300) → 200 km/h
– Badajoz (PK 512/300)-Límite frontera portuguesa (PK 517/610)→ 120 km/h

La zona de mayores rampas se encuentra concentrada entre el límite de provincia y el túnel de las Cabras, donde las velocidades de recorrido tendrían que limitarse a 140 km/h y 160 km/h. A partir de ese punto la orografía del terreno mejora teniendo hasta Villanueva de la Serena un perfil longitudinal que habilita velocidades mínimas de 160 km/h y de D.Benito a Badajoz el perfil se suaviza pudiendo alcanzar los 200 km/h, si las exigencias fueran exclusivas por el alzado de la vía.

[50] Se incluye el mapa de velocidades máximas de la red gestionada por Adif en el apartado 2.5.3 "*Cálculo de las velocidades máximas*"de esta tesis doctoral.

Por tanto la tramificación de velocidades máximas existentes en la declaración de red de Adif, si se mira exclusivamente el trazado en alzado, son correctas y se cumplen en la actualidad. El problema es que no ocurre lo mismo con el trazado en planta (véase el apartado 2.5.6"*Conclusiones del trazado en planta*") y mucho menos con la superestructura que tiene traviesas de madera y carriles de principios del siglo XX (tramo Castuera-Cabeza del Buey) y traviesas bibloque y balasto calizo en otros muchos tramos.

En cualquier caso es importante destacar la bondad del perfil longitudinal que posee el Cofemanex y por tanto ningún proyecto de renovación de vía tendrá que recoger actuaciones sobre su rasante.

2.7.- GÁLIBOS DE LA LÍNEA COFEMANEX

2.7.1.- *Introducción. Gálibos de la Norma UNE-EN 15273-3:2009 para las líneas ferroviarias españolas.*

El gálibo es un área en la sección transversal de una línea ferroviaria, dentro de la cual el vehículo ferroviario debe encontrarse. Si un vehículo excede en tamaño el gálibo de una línea, no será autorizado para circular por la misma.

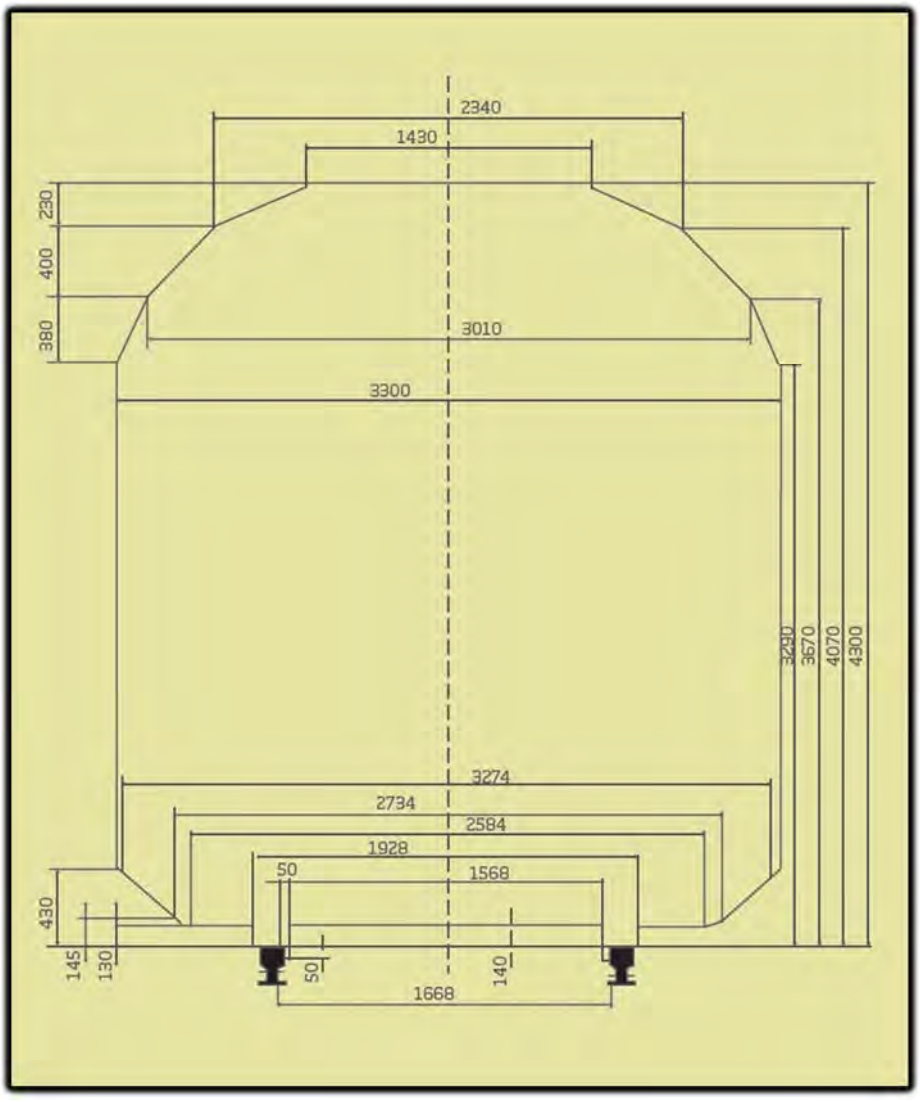
Cada administrador de infraestructuras define sus propios gálibos. En la Normativa Adif Vía **N.A.V 0-2-0.0** el gálibo vertical mínimo para los pasos superiores es de 7 m y horizontal de 13,30 m. Estos gálibos contemplan el espacio necesario para electrificar la línea y duplicarla, si fuera necesario.

Ilustración 2. Esquema de los gálibos exigidos por ADIF en la construcción de nuevos pasos superiores sobre la vía ferroviaria existente

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

En el apartado 2.4.1 de esta tesis, se adjunta un esquema de los gálibos y dimensiones de la plataforma que exige Adif en la construcción de los nuevos pasos superiores, así como los anchos de dominio público (5 m desde el límite de explanación), zona de protección (8 m desde el límite de explanación) y límite de edificación (20 m desde el borde de la plataforma). También se incluye un esquema con los anchos mínimos de plataforma para vías simple y doble que exige la **NAV 0-2-0.0.** Se adjunta a continuación el gálibo exigido en la red convencional gestionada por Adif.

Gráfico 114. Gálibo de cargamento en ancho ibérico (1.668 mm). GEH16



Fuente: Adif

El **gálibo cinemático** se define como la envolvente de los lugares geométricos que pueden ocupar cualquier parte de un vehículo referenciada a los ejes de coordenadas representados por el plano de rodadura y el eje de la vía. Es un contorno de referencia que tiene en cuenta los movimientos geométricos de los vehículos, debidos a la curvatura de la vía y al juego de los ejes de la vía (existirán gálibos para vía en recta y gálibos para vía en curva), y movimientos dinámicos, debidos a la flexibilidad de las suspensiones. El gálibo cinemático se divide en dos: **gálibo de partes altas y gálibo de partes bajas**.

El **gálibo de implantación de obstáculos** se define como el área, referenciada a los ejes de vía antes citados, en la cual no pueden existir elementos fijos, es decir, elementos de la infraestructura o superestructura, más una reserva para transportes

excepcionales. Se exceptúan las partes de la catenaria que están en contacto con la mesilla del pantógrafo.

Las especificaciones técnicas de interoperabilidad europea (ETIs) hacen referencia a una serie de gálibos normalizados (***UNE-EN 15273-3:2009***). El gálibo de implantación de obstáculos se fijará de la siguiente forma:[51]

– Línea acondicionada no principal de la red TEN se exige el gálibo GA

– Línea principal ya existente GB

– Línea principal de nueva construcción GC

Se adjuntan a continuación los gálibos definidos en el anexo D.4.11 de la UNE-EN 15273-3:2009 para red ferroviaria española.

Los anchos de vía de la Red Ferroviaria de Interés General (R.F.I.G) de Adif son tres el convencional de 1.668 mm, el internacional de 1.435 mm y el métrico de 1.000 mm. Para cada uno de los anchos de vía se establece un gálibo normado para vías de nueva construcción.

Tabla 63. Vías de nueva construcción. Cuadro de gálibos cinemáticos para los distintos anchos de vía de la RFIG

Ancho de vía	Gálibo cinemático
1.668 mm	GEA16
	GEB16
	GEC16
1.435 mm	GA
	GB
	GC
1.000 mmm	GEE10
	GED10

Fuente: UNE-EN 15273-3:2009

Sin embargo para las vías existentes se permiten los siguientes gálibos:

Tabla 64. Vías existentes. Cuadro de gálibos cinemáticos para los distintos anchos de vía de la RFIG

Ancho de vía	Gálibo cinemático
1.668 mm	GHE16
1.435 mm	GEC14

Fuente: UNE-EN 15273-3:2009

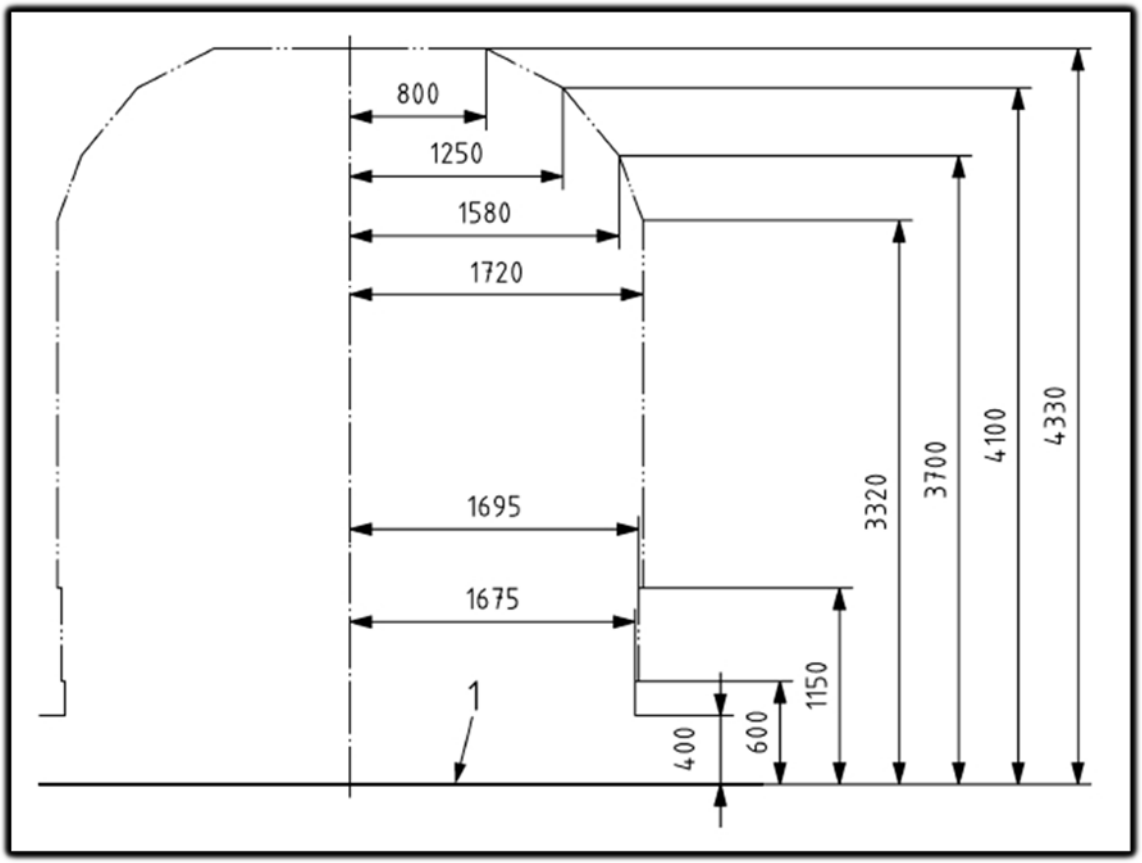
[51] En una tabla del apartado 2.4.1, se representan los parámetros característicos para las distintas categorías de líneas ETI.

El significado de las letras empleadas para definir los distintos gálibos es el siguiente:

– G: Gálibo
– H: Heredado. El GHE16 es similar al gálibo de cargamento incluido en la Declaración de Red de Adif
– E: Español
– A: Gálibo GA de la UIC ;
– B: Gálibo GB de la UIC;
– C: Gálibo GC de la UIC;
– Los dos dígitos finales indican el ancho de vía en decímetros
– Para ancho de vía métrico se distingue también entre electrificado (E) o diesel (D).

Se adjunta a continuación el esquema del gálibo autorizado en las líneas convencionales de la RFIG:

Gráfico 115. Gálibo GHE16. Cotas en mm. El 1 marca la cota superior del carril

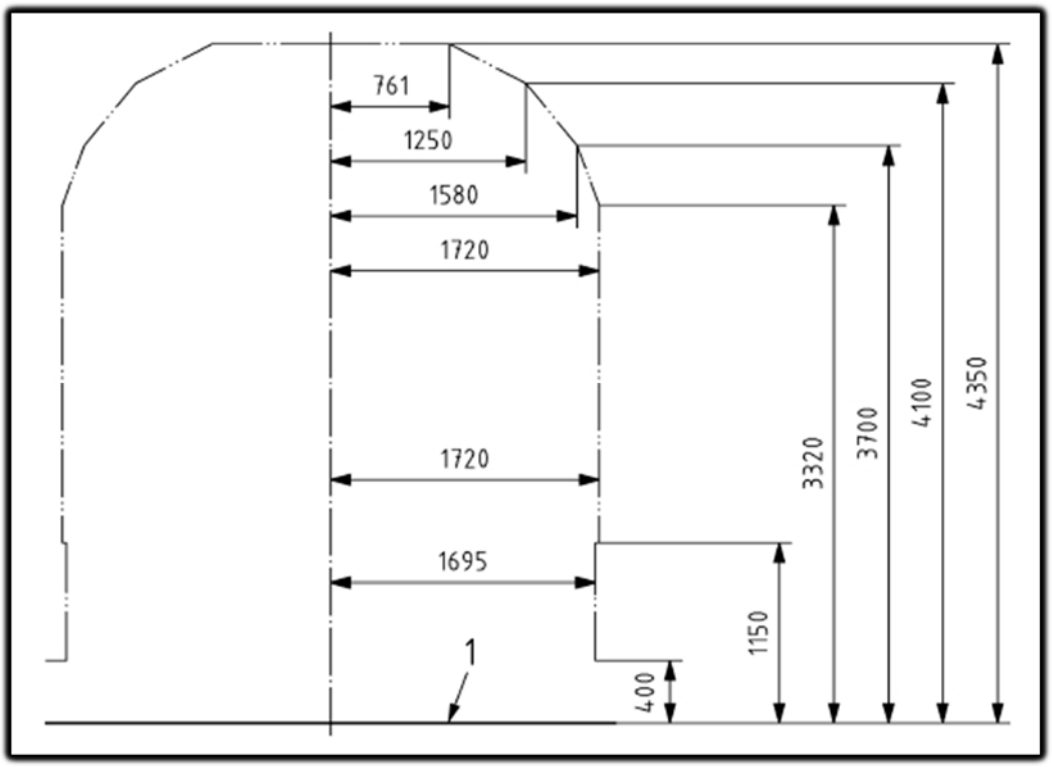


Fuente: UNE-EN 15273-3:2009

A continuación se adjuntan los gálibos exigidos para líneas de nueva construcción de la RFIG de Adif. Estos gálibos son la adaptación al ancho de vía convencional (1.668 mm) de los gálibos normalizados por la **Union Internationale des Chemins de Fer (UIC)**. Se trata de los gálibos normalizados A, B y C cuya adaptación al ancho ibérico los convierte en **GEA16, GEB16 y GEC16** respectivamente.

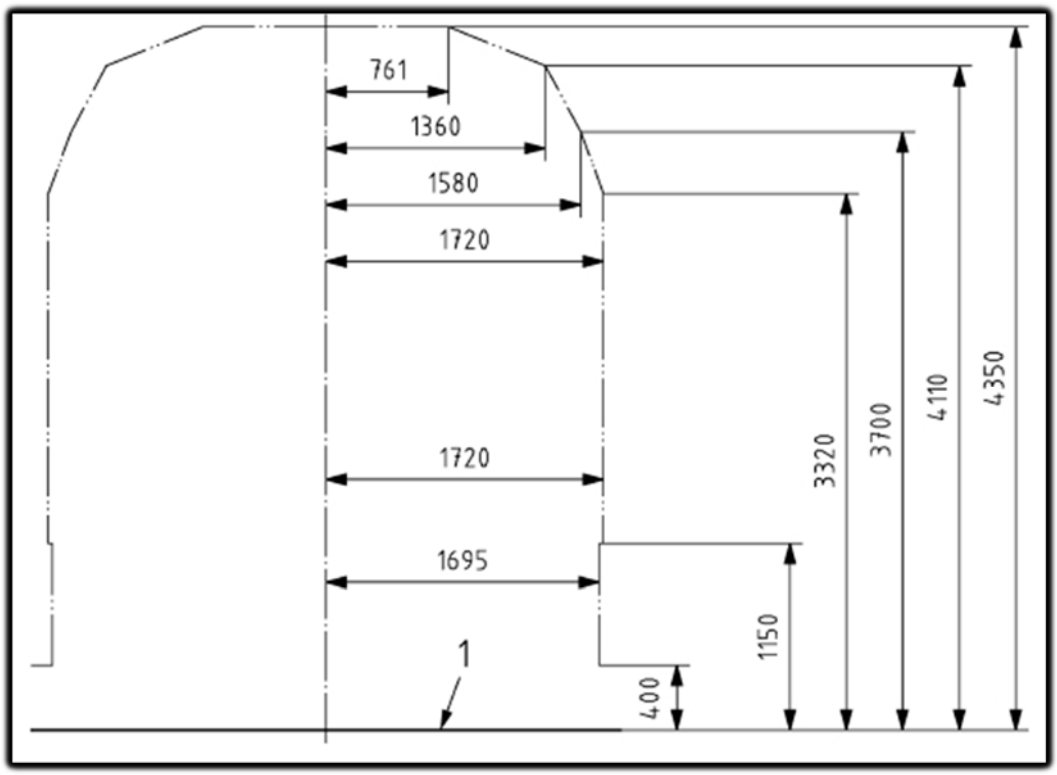
El esquema es el siguiente:

Gráfico 116. Gálibo GEA16. Cotas en mm. El 1 marca la cota superior del carril



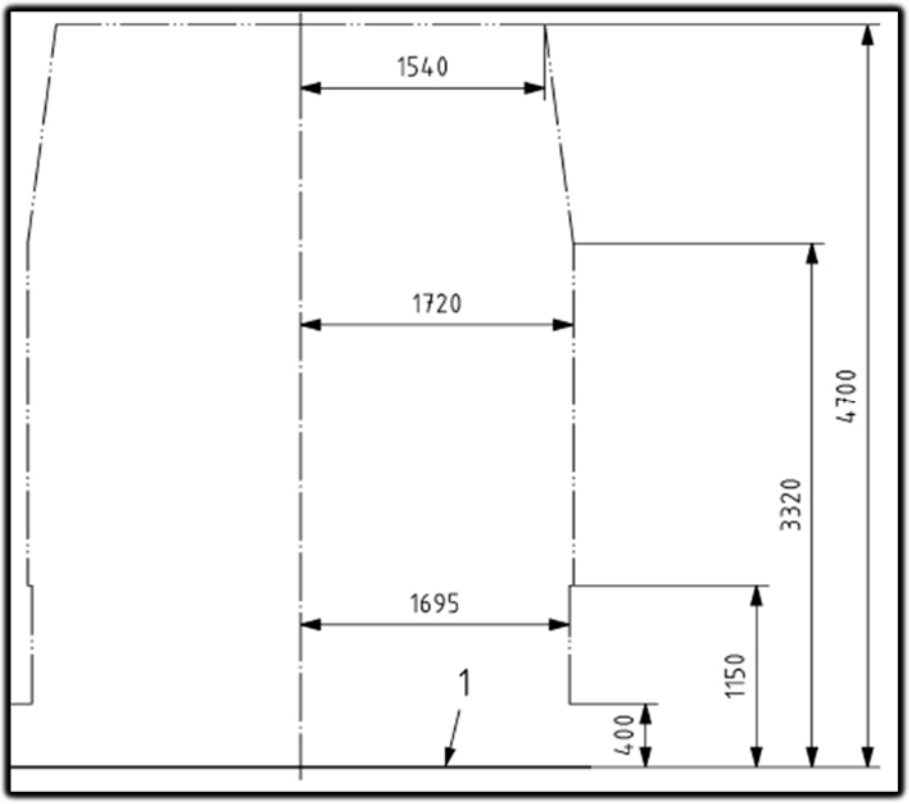
Fuente: UNE-EN 15273-3:2009

Gráfico 117. Gálibo GEB16. Cotas en mm. El 1 marca la cota superior del carril



Fuente: UNE-EN 15273-3:2009

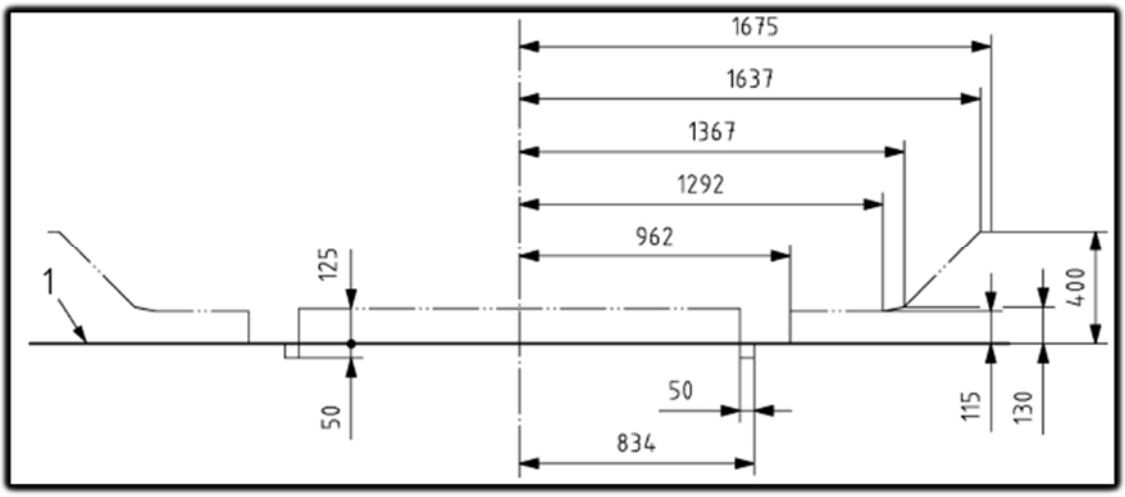
Gráfico 118. Gálibo GEC16. Cotas en mm. El 1 marca la cota superior del carril



Fuente: UNE-EN 15273-3:2009

Las exigencias de gálibo en las **partes bajas** para cualquiera de las secciones anteriores es el siguiente:

Gráfico 119. Partes bajas. Todos los gálibos normados en ancho convencional. Cotas en mm. El 1 marca la cota superior del carril



Fuente: UNE-EN 15273-3:2009

2.7.2.- Medida de los gálibos de las estructuras

Se ha llevado a cabo una medida "***in situ***" de todos los gálibos de las estructuras que pasan por encima del Cofemanex. Estas estructuras son las que condicionan el futuro transporte de contenedores, la futura electrificación de vía o la futura duplicación de plataforma.

Una vez realizada la toma de datos en campo, se realiza una **ficha para cada una de las estructuras** con los datos de los gálibos horizontal/vertical y las características más importantes de la estructura, así como su localización, coordenadas y fotografías de la misma. Las fichas de estructuras se incluyen en el Anexo IV "*Fichas de estructuras del Cofemanex".*

También se han elaborado unos planos con los **elementos singulares** del corredor (Anexo II *"Elementos singulares del Cofemanex"*), y un r**utómetro** con una ficha breve descriptiva de cada uno de estos elementos. (Anexo III "*Rutómetro del Cofemanex"*).

Conviene reslatar que la numeración asignada a cada una de las estructuras en las "***fichas de estructuras*****",** coincide con las definidas en el **rutómetro** y en los planos de los **elementos singulares.**

Fotografía 119. Medida de gálibos verticales en la estructura de Pueblonuevo del Guadiana. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.7.3.- Gálibos verticales

La medida se realiza mínimo en 4 puntos de la estructura, y siempre donde se observe que el gálibo va a ser menor. (Normalmente en la parte inferior de la viga o losa del puente). Los gálibos verticales medidos son siempre mínimos y libres desde la parte inferior de la viga hasta la parte superior del carril. El esquema de medida es el siguiente:

Ilustración 3. Puntos de media para determinar el gálibo vertical libre de una estructura

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Una vez leídos y anotados los gálibos libres en los 4 puntos de lectura se anotan en el cuaderno de campo, junto a su croquis y descripción de la estructura. Para la ficha de la estructura del Anexo IV "*Fichas de estructuras del Cofemanex*", se incluye el menor de los gálibos leídos en campo, que es el que condiciona la circulación de los trenes debajo de ella.

2.7.4.- Gálibos horizontales

La medida de los gálibos horizontales se realiza de forma similar a la de los verticales. Se realizan 2 puntos de medida mínimo y siempre sobre los elementos que más condicionen este gálibo como pueden ser estribos, pilas o claves del puente.

El esquema de media sería el siguiente:

Ilustración 4. Puntos de media para determinar el gálibo horizontal libre de una estructura

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

En la ilustración anterior se ha representado una estructura donde el gálibo horizontal se ve condicionado por las pilas del puente. En caso de ser los estribos los elementos condicionantes del gálibo se medirá la longitud libre existente entre su parte más exterior.

Fotografía 120. Colocación encima del carril del distanciómetro laser para la medida de gálibos verticales en las estructuras del Cofemanex

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 121. Medida de gálibos en el túnel de Las Cabras. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.7.5.- Aparato de medida

El aparato de medida utilizado ha sido el distanciómetro laser PD-56 de la casa Kolida. Las especificaciones técnicas son las siguientes:

– Alcance 0.05-60 m y precisión de medición ±1.5 mm
– Unidad mínima visualizada 1 mm y rango de temperatura de trabajo -10 a +50°C
– Dimensiones 135x45x31 mm y peso: 0.145 kg

Fotografía 122. Laser PD56 de Kolida empleado en las medidas de los gálibos de las estructuras del Cofemanex

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.7.6.- Tipología de estructuras en el Cofemanex

2.7.6.1.- Estructuras principales

Un corredor tan antiguo como es la línea ferroviaria Ciudad Real-Badajoz inaugurada en 1866, hace que tenga a lo largo de su recorrido una variedad amplia de estructuras que permiten salvar importantes ríos y arroyos (puentes) u otras vías de comunicación (pasos superiores o inferiores).

Los puentes originales de este corredor ferroviario estaban construidos de hierro de buena calidad y para los más importantes se utilizó, en las vigas principales, tramos continuos de celosía múltiple de diversos órdenes con barras planas. Los estribos de los puentes se construyeron para vía doble, aunque la vía construida era única. Esta circunstancia se aprovechó cuando, con el paso del tiempo se reforzaron o se sustituyeron algunos puentes.

Fotografía 123. Puente sobre el río Gévora (Badajoz). Construido en 1930, sustituye al de celosía de hierro original

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Existen dos grandes puentes construidos en el tramo extremeño del Cofemanex, que disponen de ancho suficiente para poder colocar doble vía. Son puentes donde se sustituyó la celosía primitiva y se reemplazó por puentes de hormigón en masa. Es el caso del puente sobre el río Gévora en Badajoz (PK 507/987), reconstruido en 1930 y el puente del río Aljucén en Aljucén (PK 459/409), reconstruido en 1927.

Fotografía 124. Plataforma de vía sobre el puente del río Gévora (Badajoz). Se puede observar que aunque está extendida la vía única existe ancho suficiente para poder duplicar la vía

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

El estado de conservación de estos grandes puentes de la línea, es en general bastante bueno, y no produce limitaciones de velocidad sobre ellos.

Fotografía 125. Confluencia de vías en el puente sobre el río Aljucén. (Badajoz). La vía de la izquierda es el ramal Aljucén Cáceres y el de la derecha Aljucén-Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

En los puentes metálicos existentes sobre el río Ortigas (PK 406/422) y el río Guadámez (PK 413/321) si se tiene una limitación de velocidad máxima sobre ellos de 140 km/h. Se trata de puentes reconstruidos en 1925 y 1929 con vigas tipo Pratt (Ortigas) y tipo Warren (Guadámez) y aunque se encuentran en buen estado, la antigüedad y tipología de la estructura impide la circulación a la velocidad máxima de circulación de la línea en esta zona de 160 km/h.

Fotografía 126. Viga tipo Warren en el puente sobre el río Guadamez. PK 413/320. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

El puente sobre río Guadalefra (PK 362/901) fue reconstruido en 1925 con una viga tipo Linville y su estado de conservación también es bueno. Sin embargo se tiene sobre él una limitación de 80 km/h debido al mal estado general de la superestructura de toda la línea.

El puente más largo de la línea se encuentra sobre el del río Guadiana en Zarza de Alanje. (PK 436/800). Tiene un total de 20 arcos a lo largo de sus 564,5 m de longitud. El puente original se construyó con celosía de hierro para vía única y estribos de vía doble lo que permitió la reconstrucción del puente de hormigón en masa en 1958 sin necesidad de demoler la cimentación del original.

La plataforma del puente actual está preparada para vía única pero los estribos del puente tienen longitud suficiente para poder albergar vía doble.

Fotografía 127. Puente sobre el río Guadiana en Zarza de Alanje. (Badajoz). Se conservan los estribos del puente primitivo sobre el que estaba construido el puente metálico

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

El túnel de las Cabras es el único túnel de la línea. Tiene una longitud de 307,4 m y 7,80 m de diámetro interior. Fue construido entre los años 1864 y 1866. Se encuentra en el cerro de Malamoneda, en el municipio de Zarza-Capilla. Por este cerro discurre la ruta ornitológica "El Torozo-Peñalsordo" donde se pueden divisar aves como el buitre leonado, águila perdicera o el búho real, entre otros.

Este túnel cuenta con gálibo suficiente para la circulación de trenes de mercancías sin electrificar en vía única. Si existiera la necesidad de duplicar la vía o exclusivamente electrificarla sería necesaria una reconstrucción del túnel. Se trata por tanto de uno de los cuellos de botella de la línea a medio plazo.

Fotografía 128. Sección interior del túnel de las Cabras. PK 318/500. No dispone de gálibo horizontal suficiente para duplicar la línea ni tampoco vertical para electrificarla

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

También es digno de mencionar un soterramiento de la línea de unos 70 m de longitud en la avenida Padre Taroconte de Badajoz. Este soterramiento se ha realizado mediante la técnica de falso túnel, es decir excavación a cielo abierto, ejecución de la estructura y relleno posterior.

El soterramiento de la línea en la ciudad de Badajoz ayuda a la integración del tren en la ciudad ya que reduce el ruido y los riesgos de invasión de vía y atropellos.

Los gálibos del soterramiento también son algo estrictos y permiten la circulación actual de trenes de mercancías e incluso una posible electrificación vía, pero no su duplicación.

2.7.6.2.- Estructuras sobre el ferrocarril

En esta tesis doctoral se ha llevado a cabo un estudio exhaustivo de todos los pasos superiores que cruzan el ferrocarril ya que son estos los que limitan la circulación de mercancías y la electrificación de la línea. También se han comprobado la posibilidad de duplicar la vía sobre ellas.

Las estructuras empleadas dependen de la fecha de su construcción. Las más antiguas se cimbraban y hormigonaban “in situ”, posteriormente se empezaron a emplear vigas doble T prefabricadas.

Fotografía 129. Estructura antigua de de hormigón en masa en el PK 503/300 en Sagrajas. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

En la actualidad, las obras de la línea de Alta Velocidad Madrid-Badajoz en el tramo Badajoz-Mérida han reemplazo las estructuras que existían sobre la línea convencional por otras compuestas de vigas artesa tipo cajón.

Fotografía 130. Estructura de nueva construcción por afección de la líena de Alta Velocidad extremeña. PK 477/200 en la carretera EX-327

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La tipología de estribos también varía bastante. Las más antiguas se realizaban de gravedad con piedra y hormigón, posteriormente se fueron empleando estribos de gravedad cerrados de hormigonados in situ. Actualmente se observan algunos de tierra armada (con flejes o muros tipo keystone), estribos flotantes o estribos abiertos con conos de derrame en tierra o encachados de piedra o mortero.

2.7.7.- Gálibos existentes y estado de conservación de las estructuras extremeñas del Cofemanex

En el Anexo I "*Listados generados en el análisis del sistema ferroviario del Cofemanex*", se adjunta una tabla detallada con los gálibos de cada una de las estructuras el Cofemanex que han sido comprobadas y medidas "in situ" para esta tesis doctoral.

2.7.7.1.- Gálibos verticales

Para poder clasificar los gálibos verticales se parte como gálibo mínimo del establecido como **GEAC16 en el UNE-EN 15273-3:2009**. Este gálibo es el normalizado como **GC para UIC,** adaptado al ancho convencional (1.688 mm). Coincide con los requerimientos de las **especificadores técnicas de interoperabilidad (ETI)** para líneas mixtas pertenecientes a la red principal transeuropea y de nueva construcción. El gálibo vertical exigido para esta sección es de 4,70m. Todos los gálibos inferiores a este valor se dibujarán en **rojo** pues incumplen la ETI europea.

Fotografía 131. Estribos de hormigón "In situ" y derrames encachados de pizarra en la estructura en el PK 418/800 en la BA-142

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Para electrificar una línea ferroviaria la norma **UNE-EN 15273-3:2009** establece el valor de 6,75 m para líneas de velocidad máxima 160 km/h. Para velocidades superiores exige 7,0 m. Como esta línea se quiere plantear de mercancías de altas prestaciones y

viajeros hasta 160 km/h, se toma como gálibo vertical de referencia para la electrificación el valor de 6,75 m. [52]

Fotografía 132. Estribos de tierra armada en la estructura de la EX-100, P.K: 508/600. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Todos los gálibos que superen los 6,75 m de luz vertical libre se entenderán que son tramos electrificables y se dibujarán en **verde.**

Los gálibos que se encuentran entre 4,70 m (GEAC16) y los 6,75 m (electrificable) cumplen con las exigencias de las ETI europeas, sin embargo impiden la posibilidad de electrificar la línea en esa estructura. En caso de llevarse a cabo la electrificación de la línea, estas estructuras deberán ser modificadas. Estos gálibos se representan de color **amarillo**.

2.7.7.2.- Gálibos horizontales

Los parámetros seguidos para identificar los gálibos horizontales son los requeridos en la norma **NAV 0-2-0.0** donde se establece como ancho de plataforma de vía única 9,0 m y de vía doble 13,30 m.

[52] La normativa NAV 0-2-0.0 marca como 7,0 m el gálibo vertical mínimo en pasos sobre el ferrocarril. Permitiendo valores superiores a 6,75 m incluimos en los gálibos electrificables aquellos que fueron proyectados con 7,0 m de luz libre, pero que luego en obra por problemas de ejecución se ha producido alguna desviación pequeña que le impide alcanzar los 7,0 m requeridos.

Gálibos inferiores a 9,0 m indican incumplimiento de la NAV para vía única y por tanto se señalizarán en **rojo**.

Gálibos superiores a 13,30 m indican la posibilidad de duplicar la vía en caso de ser necesario y por tanto se señalarán en **verde**.

El resto de gálibos cumplen con las exigencias actuales de la NAV para vía única, sin embargo si fuera necesaria una duplicación de vía sería necesario modificar estas estructuras. En estos casos los gálibos se marcarán en **amarillo**.

2.7.7.3.- Estado de conservación

Para el análisis del estado de conservación de las estructuras del Cofemanex se ha seguido el siguiente criterio:

1.**BUENO:** estructura en buen estado de conservación que no necesita de ninguna actuación de reparación en la misma.

2.**REGULAR:** estructura en un estado de conservación aceptable, sin importantes defectos estructurales aparentes, pero sí con un grado de desgaste en su aspecto que requeriría de una actuación en la misma.

3.**MALO:** estructura con defectos estructurales y de reposición necesaria.

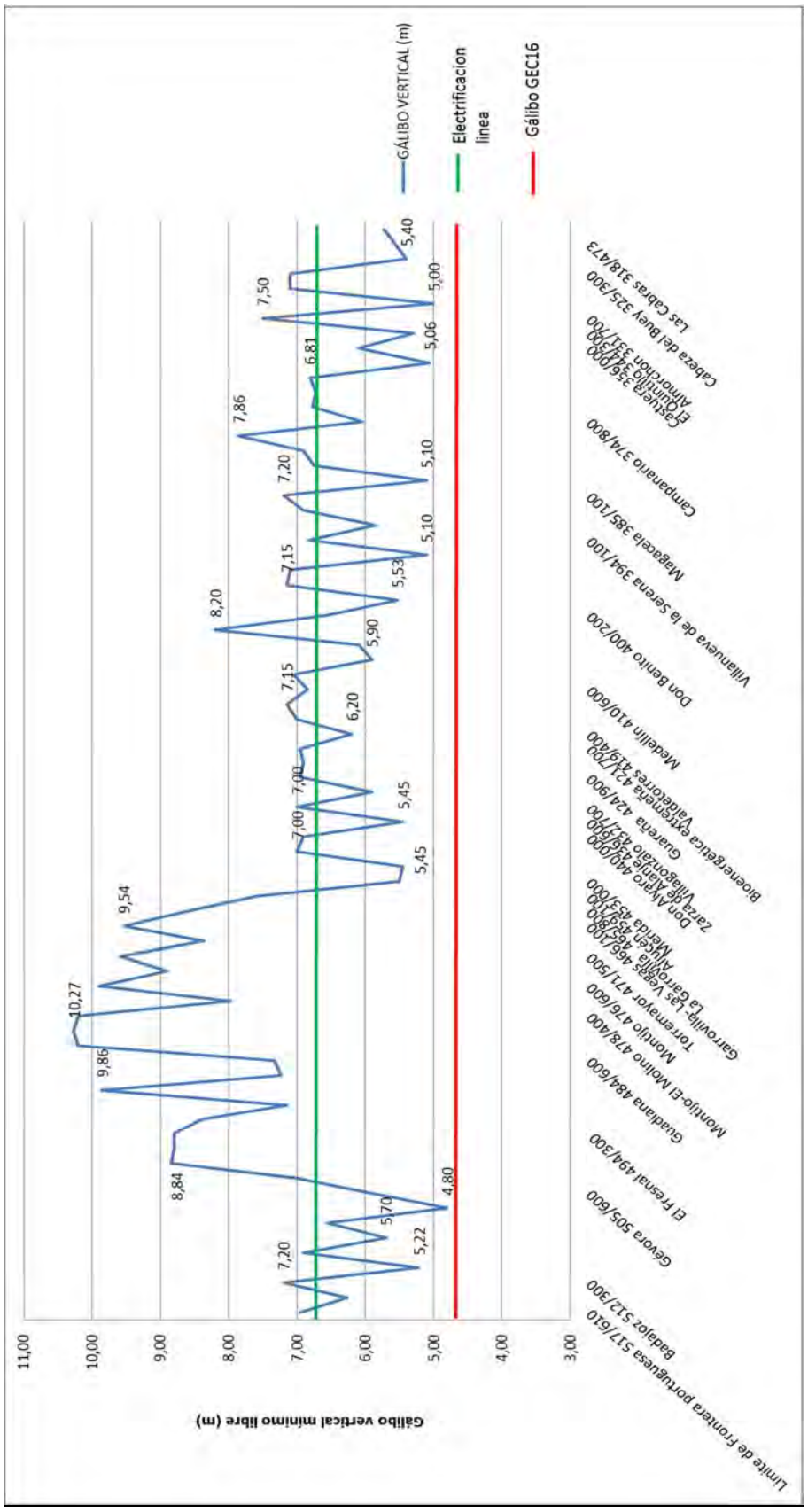
Las tablas descriptivas del estado de conservación de las estructuras y sus gálibos, de la parte extremeña del Cofemanex se incluyen en el Anexo I “Listados generados en el análisis del sistema ferroviario del Cofemanex”

Los resultados son las siguientes:

2.7.8.- Resultados de los gálibos existentes y estado de conservación de las estructuras extremeñas del Cofemanex

A continuación se adjunta un gráfico donde se representan los gálibos verticales libres de las estructuras. Se dibuja una línea **roja para el gálibo 4,70 m** que se corresponde con el GEC16 (establecido en los ETIs para líneas de mercancías de la red principal y de nueva construcción) y una **línea verde en el gálibo 6,75 m** que permitiría la electrificación de línea según la UNE-EN 15273-3:2013

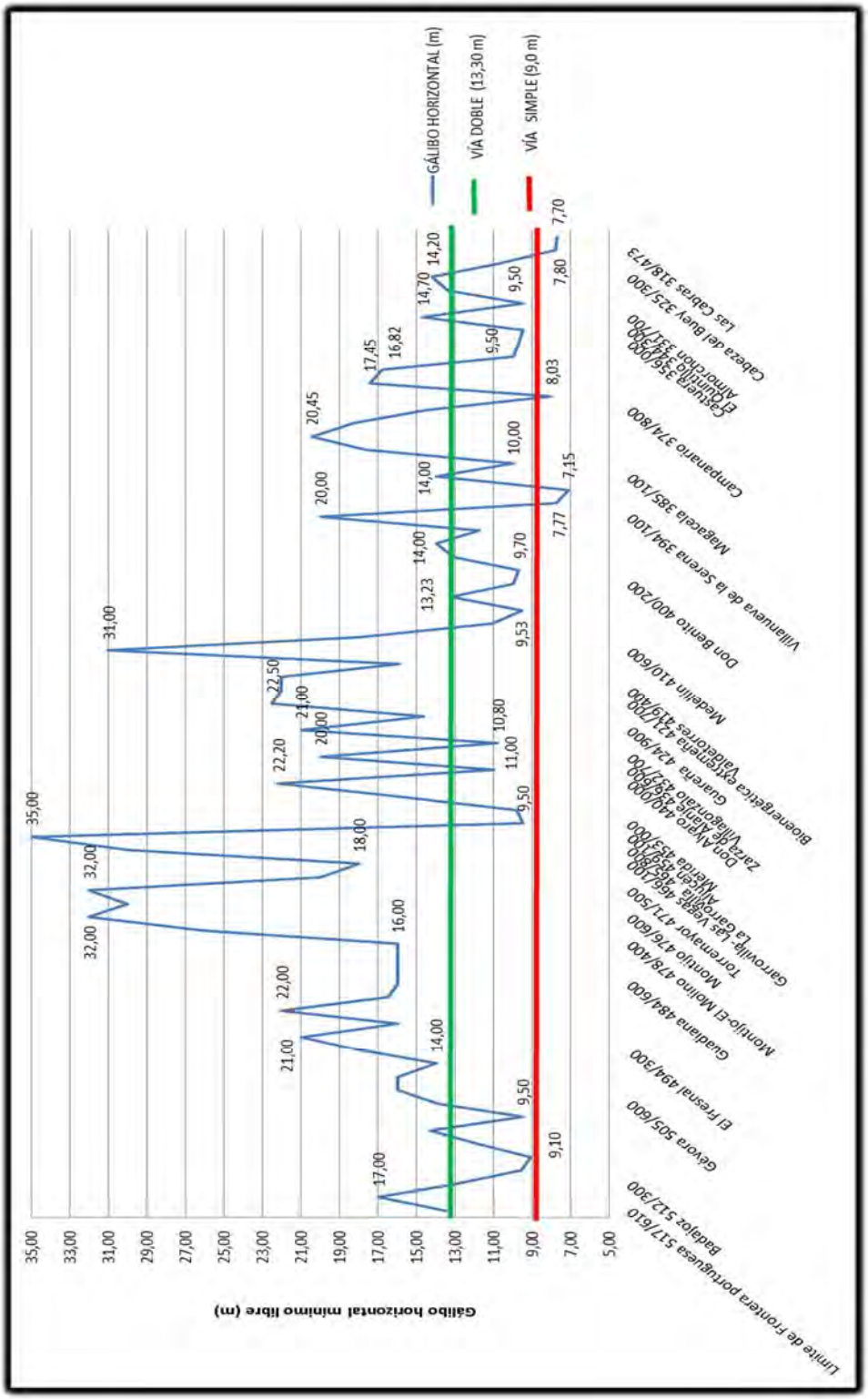
Gráfico 120. Gálibos verticales mínimos en las estructuras extremeñas del Cofemanex



Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

En el siguiente gráfico se representan los gálibos horizontales libres de las estructuras. Se dibuja una **línea roja para el gálibo 9,00 m** que representa el ancho de plataforma mínimo para vía simple establecido en el **NAV 0-2-0.0 y una línea verde en el gálibo 13,30 m** que permitiría duplicación de la vía según la misma **NAV**.

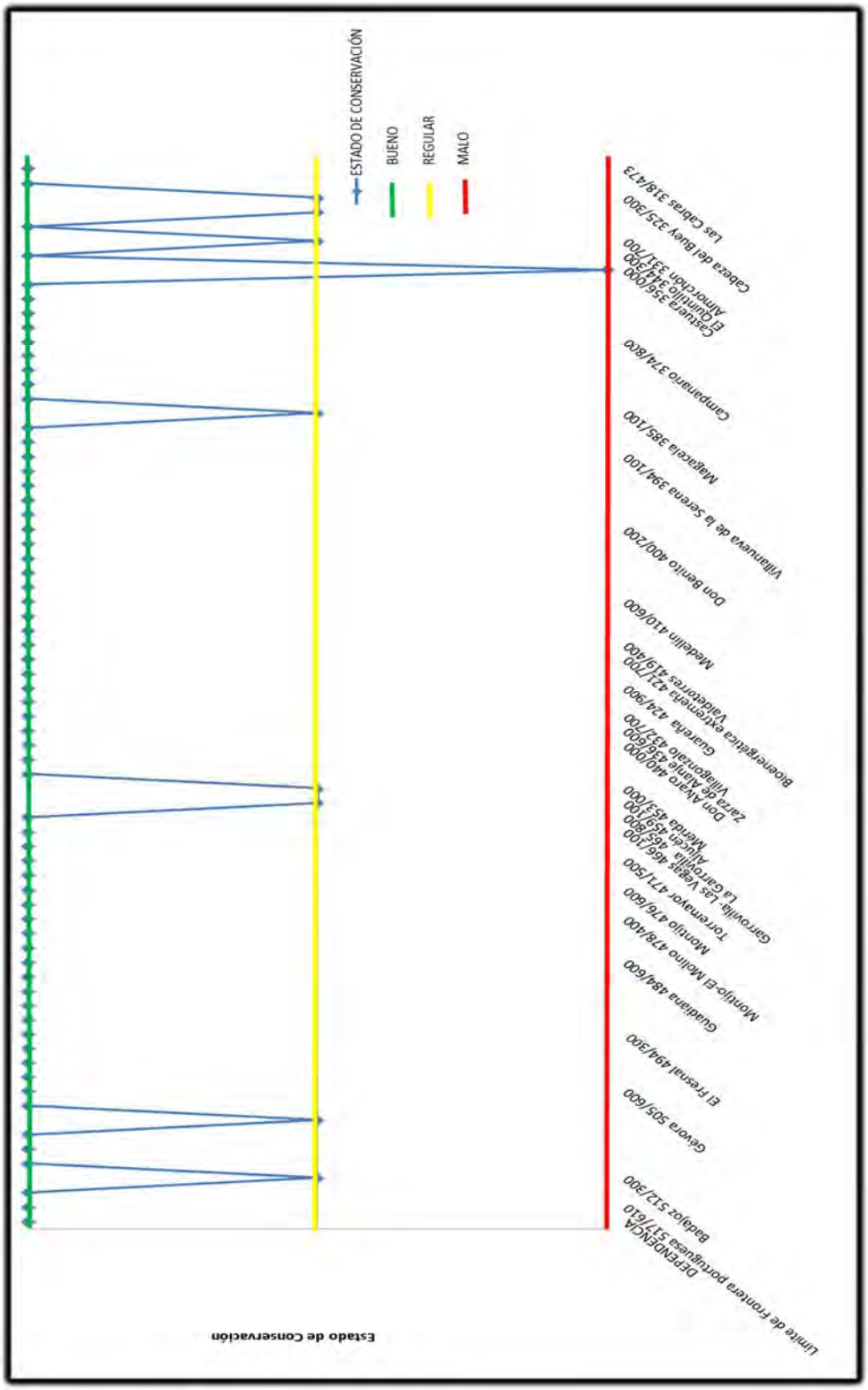
Gráfico 121. Gálibos horizontales mínimos en las estructuras extremeñas del Cofemanex



Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

A continuación se adjunta un gráfico donde se representa el estado de conservación de las estructuras según los criterios establecidos en el apartado 2.7.7. Se dibuja una línea **roja para el estado de conservación MALO, amarilla el estado de conservación REGULAR y verde el estado de conservación BUENO**

Gráfico 122. Estado de conservación de las estructuras extremeñas del Cofemanex



Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.7.9.- Conclusiones sobre los gálibos de las estructuras en el Cofemanex

Los gálibos de las estructuras existentes en el tramo extremeño del Cofemanex son, en líneas generales, adecuados para la circulación de un tren de mercancías de altas prestaciones.

Fotografía 133. Tren de amoniaco pasando bajo la estructura del PK 446/700 de la BA-058

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Sin embargo no todas disponen de gálibo suficiente para **electrificar** la línea ni la posibilidad de **duplicarla**.

En este sentido se pueden resaltar los gálibos que disponen las estructuras construidas recientemente con las afecciones de la línea de Alta Velocidad, todos ellos superiores a los 7,00 m de altura y 13,30 m de anchura. Estos gálibos permitirían vía doble y electrificar la línea si fuera necesario.

El resto de estructuras con márgenes más estrictos, permiten en general la circulación de mercancías, la electrificación de vía e incluso en muchos casos su duplicación.

En el entorno de las ciudades las estructuras son más antiguas y los gálibos más ajustados.

De las 74 estructuras que se han estudiado, 47 (63,5%) permiten la electrificación de la vía al disponer de gálibos verticales superiores a 6,75 m y 27 (36,5%) necesitarían ser reconstruidas para su electrificación, ya que no alcanzan ese gálibo mínimo requerido.

En cuanto a la posibilidad de duplicar la vía, 47 estructuras (63,5%), permitirían la vía doble ya que superan los 13,30 m de gálibo horizontal. 22 de las 74 (29,7%), tienen el

ancho de vía única marcado por la NAV 0-2-0.0 que es de 9 m, y las otras 5 (6,8%) no llegan ni a los 9,0 m marcados por la norma NAV.

Todas las estructuras entran dentro del gálibo **GEC16,** es decir superan los 4,70 m libres desde la parte inferior de la estructura a la superior del carril (plano de rodadura). Este gálibo es el equivalente al **GC del ancho UIC** para ancho ibérico (1.668 mm). Se trata de un gálibo que está incluido en la Norma **UNE-EN 15273-3:2009** y cumple las exigencias de gálibo vertical marcadas en las ETI para líneas ferroviarias de tráfico mixto, pertenecientes a la red principal de transportes y de nueva construcción.

La única estructura que cumple las exigencias de gálibo, pero muy cercano al límite es la estructura de la carretera de Montijo en el PK 507/300. Con 4,80 m marca el gálibo vertical inferior de todas las estructuras.

El resto de estructuras cumplen sobradamente con los mínimos marcados en el contorno del gálibo GEAC16. Las estructuras más antiguas se ajustan más a ese gálibo como en Almorchón (gálibo 5,00 m), Castuera (5,06 m), el soterramiento de la avda Padre Taroconte de Badajoz (5,22 m) y el túnel de las Cabras (5,56 m).

Fotografía 134. Estructura en el PK 507/300 bajo la carretera de Montijo. (Badajoz). Gálibo vertical de 4,80 m. mínimo de todas las estructuras del corredor extremeño del Cofemanex

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 135. Camino público cerca de Almorchón (Badajoz). Gálibo vertical libre de 5,00 m

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Por tanto, las estructuras del Cofemanex, no solo cumplen con los requerimientos de las especificadores de interoperabilidad europeas (ETIs), sino que además, muchas de ellas superan el gálibo de 6,75 m y permiten una futura electrificación de la vía.

Los gálibos horizontales en general, también son suficientes para cumplir los requisitos de plataforma única marcados en la **NAV 0-2-0.0.**

Las estructuras de la Urbanización “Las Mimosas “ en Villanueva de la Serena (gálibo 7,77 m), la colada del Camino de los Palos (8,08 m) y el túnel de las Cabras (7,70 m) son las únicas que disponen de un espacio libre inferior a los 9 m exigidos por la norma.

Fotografía 136. Paso superior en el camino de la Urbanización "Las Mimosas" en Villanueva de la Serena (Badajoz). Gálibo horizontal 7,77 m

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Existe también una gran parte de estructuras que cumplen con los requisitos marcados en la **NAV 0-2-0.0** para vía doble (13,30 m). Estas estructuras no tendrían que ser modificadas en caso de requerir una duplicación de la vía.

Entre Mérida y Badajoz, las obras de la plataforma de la línea de alta velocidad han renovado las estructuras existentes construyendo unas nuevas con gálibo suficiente para duplicar la plataforma de vía si fuera necesario.

De acuerdo al criterio expresado para definir el **estado de conservación** de las estructuras se concluye lo siguiente:

1.En toda la traza del Cofemanex sólo se encuentra una estructura en estado de conservación **MALO,** concretamente la estructura nº92 situada en el PK 333+9 de la línea del FFCC, correspondiente al paso de un camino público en el municipio de Cabeza del Buey. Dicho paso se encuentra actualmente fuera de servicio, puesto que fue sustituida por otra estructura, situada a 100 m de esta, que es el paso de la actual carretera EX – 104.

2.Las estructuras en estado de conservación **REGULAR** son las ocho siguientes:

– Paso sobre el FFCC de la Avda. Padre Taroconte en Badajoz. (nº 9.1)
– Paso superior carretera de Montijo (nº 14)
– Paso sobre el FFCC de la N-630 a su paso por Mérida. (nº44)
– Paso sobre el FFCC de la Calle Vicente Aleixandre en Mérida. (nº 45)
– Paso sobre FFCC de camino público junto a la carretera EX-348. (nº 81)
– Paso sobre el FFCC de camino público pasado Almorchón (nº 95)
– Paso sobre el FFCC de la carretera EX – 104 antes de Cabeza del Buey (nº 97)

– Paso sobre el FFCC de la carretera EX – 104 pasado Cabeza del Buey (nº 100)

Del análisis de las mismas se concluye que las actuaciones necesarias fundamentalmente en todas ellas consistirían en una reposición de barandillas e impostas del tablero, reposición de alguna de las vigas que se encuentran en mal estado (coqueras, grietas, etc), y limpieza superficial de la estructura.

Como puede apreciarse en el listado de las estructuras en estado "*REGULAR"*, la mayor parte de ellas están situadas en núcleos de población (Badajoz, Montijo, Mérida, Cabeza del Buey) y coinciden, a excepción de la nº 97, en que su gálibo horizontal y vertical no cumple el criterio mínimo establecido para la red de altas prestaciones de mercancías, fijado en gálibo vertical h≥6,75 m que permitiría la electrificación de la vía y gálibo horizontal h≥13,30 m que permitiría el desdoblamiento de la vía.

3.El resto de las estructuras se califica de **BUENO**, destacando todas las estructuras construidas recientemente debido a la construcción de la plataforma del AVE, en el tramo Badajoz-Mérida, donde el FFCC discurre paralelamente al él, en un perfecto estado de conservación.

Fotografía 137. Paso sobre el ferrocarril de la N-630 en el PK 451/800 en Mérida. Badajoz

Estado de conservación REGULAR

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.8.- SUPERESTRUCTURA DE LA LÍNEA COFEMANEX

2.8.1.- Balasto

2.8.1.1.- Características exigidas

El balasto idóneo para las plataformas de las líneas que soportan mucho tráfico, como es el Cofemanex, es el especificado por la **NAV 3-4-0.0 "Balasto"** como **tipo A, de origen silíceo**.

El balasto deberá cumplir las siguientes características:

a)Procedencia

La piedra partida utilizada para balasto procederá de canteras homologadas por las Administraciones ferroviarias y el Ministerio de Fomento, incluidas en el Catálogo de Canteras Homologadas para el suministro de balasto.[53]

Se prohíbe la utilización de balasto de naturaleza caliza o dolomítica, así como el procedente de cantos rodados.

Se prohíben los suministros de balasto procedente de la mezcla de rocas de diferente naturaleza geológica.

b)Naturaleza Geológica

Las rocas de las que haya de extraerse la piedra partida serán de **naturaleza silícea,** preferentemente de origen ígneo.

Se prohíbe la utilización de la roca calcárea, tanto por su inferior calidad y vida útil, como al objeto de obtener una calidad uniforme del balasto que facilite las operaciones de bateo y desguarnecido, e impida la mezcla de balasto con diferentes calidades (caliza y silícea).

c)Granulometría

El balasto estará compuesto fundamentalmente por elementos de piedra partida de tamaño comprendido entre treinta y uno y medio (31,5) milímetros y cincuenta (50) milímetros, en su mayor parte. La correspondiente curva granulométrica se situará dentro del huso de la figura **2.2.2.1. b del Pliego P.R.V. 3-4-0.0., de Enero de 2000.**

Fotografía 138. Balasto silíceo (Tipo A) en la calle Vicente Alexandre de Mérida. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La conveniencia de obtener una curva granulométrica bien graduada para el balasto, se deriva de la necesidad de conseguir un mayor número de contactos entre partículas, lo cual origina en las mismas un número menor de roturas por dichos contactos y consecuentemente, un inferior asentamiento de la vía.

[53] Anexo B del Pliego P.R.V. 3-4-0.0. de Enero de 2000.

d)Limpieza del balasto

El balasto estará limpio del polvo procedente de su machaqueo o de elementos granulares del suelo.

El polvo actúa como lubricante, en especial cuando el balasto está húmedo, lo cual facilita el encaje de las partículas de balasto y produce asentamientos de la banqueta.

El contenido de partículas finas (tamizado en vía seca) no deberá ser superior a seis décimas (0,6) por ciento del total de la muestra, y el de finos (tamizado en vía húmeda), no superior a cinco décimas (0,5) por ciento del total de la muestra.

Fotografía 139. Balasto calizo (Tipo B) cerca de Castuera. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

e)Forma de las partículas

Los elementos pétreos que forman el balasto tendrán formas poliédricas de aristas vivas, con la dimensión mayor no superior a tres (3) veces la dimensión menor, medidas ambas según dos pares de planos perpendiculares y paralelos dos a dos. El peso de los elementos que no cumplan la condición anterior, no debe representar un porcentaje superior al nueve (9) por ciento de la masa de la muestra de tamaño superior a 22,4 mm.

Las formas poliédricas de fracturas vivas dificultan el resbalamiento entre partículas y la consiguiente deformación plástica de la banqueta.

Por otra parte, las partículas con una dimensión dominante sobre alguna de las otras dos se fraccionan fácilmente, por lo que alteran la granulometría y se acoplan más densamente al paso de los trenes, dando lugar a deformaciones de la banqueta.

El espesor mínimo será de veinticinco (25) milímetros. Se admite un tanto por ciento del peso total de la muestra ensayada comprendido entre esta medida y dieciséis (16) milímetros, en función del coeficiente de Desgaste de Los Ángeles.

El máximo valor admisible de elementos comprendidos entre el tamiz de barras de 25 mm y el de 16 mm no excederá del veintisiete (27) por ciento. Así mismo los elementos que pasan por el tamiz de dieciséis (16 mm.) no deberían ser superiores al cinco (5) por ciento de la masa total.

El valor, en porcentaje de la masa de partículas con longitud máxima superior a 100 mm en una muestra > 40 kg no deberá ser superior al 4%.

f)Resistencia al desgaste

Esta resistencia se medirá por el coeficiente de Desgaste de Los Ángeles, que no será superior al dieciocho (18) por ciento para el balasto tipo 2. Puesto que la línea está equipada en su mayor parte con traviesa monobloque de hormigón, dicho coeficiente no será inferior al nueve (9) por ciento.

El límite inferior señalado para el coeficiente de Desgaste de Los Ángeles se establece con el fin de paliar el efecto de desgaste de la cara inferior de la traviesa, originado por rozamiento con un balasto de excesiva dureza.

g)Resistencia a la compresión simple

La roca de la que haya de extraerse el balasto tendrá, como mínimo, la resistencia de mil doscientos kilogramos por centímetro cuadrado (1.200 kg/cm^2) en el ensayo de compresión simple.

h)Resistencia a la acción de la helada

Se prescindirá de la roca originaria que presente un porcentaje de absorción de agua superior al 1,5% de su peso para evitar la acción destructiva de la helada.

i)Estabilidad de volumen

La alteración de rocas basálticas y análogas bajo la influencia de las condiciones atmosféricas disminuye la resistencia de la estructura mineral y produce su desmoronamiento en pequeñas partículas. Para la determinación de esta calidad se ensaya la meteorización en ácidos de procedencia basáltica.

La diferencia en el coeficiente de desgaste Los Ángeles, antes y después del ensayo de ebullición, no debe ser superior al 5% del peso total de la muestra.

j)Homogeneidad del balasto

Se determinará el porcentaje de partículas meteorizadas o blandas, respecto al peso total de la muestra.

En ningún caso se admitirá un porcentaje en peso de las partículas meteorizadas, respecto al total de la muestra, superior al cinco (5) por ciento, entendiendo por partículas meteorizadas o blandas, aquellas que, analizadas separadamente, tengan un coeficiente de Desgaste de Los Ángeles mayor del dieciocho (18) por ciento para el balasto tipo A.

Si una muestra de balasto está formada por una mezcla de partículas de calidad adecuada, con otras de inadecuada calidad, los ensayos proporcionarán valores intermedios que pueden cumplir los requisitos del citado pliego, si bien su comportamiento en vía sería deficiente. El comportamiento de una piedra de calidad media, pero homogénea, suele ser mejor que el de otra de alta calidad, pero que contenga elementos meteorizados.

Esta mezcla de partículas de calidad diferente suele producirse por introducción de material de montera o por contaminación durante la manipulación o acopio de balasto.

2.8.1.2.- Tipología de balasto en el Cofemanex

En Extremadura todas las renovaciones de vía que se han llevado a cabo han incluido la sustitución del balasto calizo donde lo hubiera, por el silicio, debido a la presencia abundante de este material en la región. Sin embargo en los tramos manchegos del Cofemanex, las renovaciones realizadas en la última década han mantenido o como mucho mezclado, el balasto calizo originario de la vía, por lo que sería necesaria su sustitución.

En el corredor extremeño tan solo quedaría sustituir el balasto existente entre Cabeza del Buey y Castuera que unido a las traviesas de madera y carriles cortos de 45 kg/m hacen de este tramo el peor del corredor extremeño y que sea necesario limitar la velocidad de los trenes a 50 km/h.

La distribución de balasto en los distintos tramos del corredor es el siguiente:

- ***Tramo Puertollano-Brazatortas. (PP.KK. 213/700-232/600)***

Superestructura rehabilitada entre 2006-2007, dispone de balasto silíceo.

- ***Tramo Brazatortas- Caracollera. (PP.KK. 232/600-247/500).***

Superestructura rehabilitada en 2005, dispone de mezcla de balasto silíceo y calizo, por lo que sería recomendable su sustitución.

- ***Tramo Caracollera-El Madroñal (PP.KK. 247/500-260/300)***

Tramo de más de 80 años sin reformar. Dispone de balasto calizo. Se requiere su renovación

- ***Tramo El Madroñal- Almadenejos/Almadén. (PP.KK 260/300-273/250).***

Rehabilitada entre 2008-2009. Dispone de balasto mezcla silíceo y calizo. Es recomendable su sustitución.

- ***Tramo Almadenejos/Almadén-Guadálmez-Los Pedroches (PP.KK.273/250-293/800)***

Tramo de más de 80 años sin reformar. Dispone de balasto calizo o mezcla. Se requiere su renovación.

- ***Tramo Guadálmez/Los Pedroches- Belalcazar. (PP.KK. 293/800-308/570)***

Tramo rehabilitado en 2005. Dispone de balasto calizo o mezcla. Es recomendable su sustitución.

- ***Tramo Belalcazar (PP.KK. 308/700-309/900)***

Tramo renovado. Balasto silíceo.

- ***Tramo Belalcazar- Cabeza del Buey. (PP.KK. 309/900-325/420)***

Tramo renovado en los años 70. Dispone de balasto calizo o mezcla. Es recomendable su sustitución.

- ***Tramo Cabeza del Buey-Almorchón. (PP.KK. 325/420-330/000).***

Renovado en los años 70. Dispone de balasto silíceo.

Fotografía 140. Balasto mezcla entre Almorchón y Castuera. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

- ***Tramo Almorchón- Castuera. (PP.KK. 330/000-355/580)***

Equipamiento de más de 80 años. Balasto tipo mezcla silíceo y calizo. Se requiere su renovación completa.

- ***Tramo Castuera-Villanueva de la Serena (PP.KK. 355/580-394/100)***

Renovado entre 2006-2007, dispone de balasto silíceo.

- ***Tramo Villanueva de la Serena-Mérida (PP.KK. 394/100-453/000)***

Renovado entre 2004-2007, dispone de balasto silíceo.

- ***Tramo Mérida-Aljucén (PP.KK. 453/000-459/100)***

Renovado en septiembre de 2014, dispone en su parte superior de balasto renovado silíceo, manteniendo debajo la mezcla que tenía con anterioridad.

- ***Tramo Aljucén-Badajoz (459/100-512/300)***

Renovado entre 2000-2003, dispone de balasto silíceo en todo su recorrido

- ***Tramo Badajoz-Limite frontera Portugal (512/300-517/610)***

Dispone de balasto silíceo en todo su recorrido.

Fotografía 141. Renovación de balasto entre Mérida y Aljucén. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 142. Balasto silíceo en la frontera con Portugal. PK 517/610. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.8.2.- Traviesas y sujeciones

La traviesa es el elemento que, situado en dirección transversal al eje de la vía, sirve de sostenimiento del carril, constituyendo el nexo de unión entre él y el balasto. Las principales funciones que desempeñan las traviesas en el conjunto de la vía son las siguientes:

– Transmisión y reparto de cargas sobre la banqueta de balasto.

– Soporte a los carriles asegurando posición, separación e inclinación.

Tabla 65. Características de los distintos tipos de traviesa del Cofemanex.

Tipo de Traviesa	Longitud (mm)	Peso (kg)
Madera	2600	80
Bibloque	2500	190
Monobloque	2600	295-315 [54]

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró.

Las traviesas reducen las presiones transmitidas a la capa de balasto gracias al área de apoyo sobre la misma y proporcionan una mayor estabilidad a la vía debido a su peso.

Fotografía 143. Traviesas BR-94 sustituidas por monobloque en Aljucén. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma

El aumento de la superficie de apoyo y peso que aporta una traviesa monobloque con respecto a una bibloque produce una reducción del 10% de asientos y tensiones en las traviesas.

[54] Según fabricante

Otra variable a tener en cuenta es la distancia entre ejes de traviesas consecutivas. Ésta puede variar entre los 50 y 70 cm. Los 50 cm suponen una limitación debido a las distancias mínimas necesarias para un correcto bateo de la vía. Por otro lado, sobrepasar los 70 cm supondría una deformación exagerada de la misma. De esta forma, el valor usual de distancia entre ejes de traviesas consecutivas es de aproximadamente 60 cm, valor que se toma tanto en líneas convencionales como en Alta Velocidad.[55]

Fotografía 144. Traviesa bibloque RS con sujeción J-2en la estación de Castuera.Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma

La sujeción es el elemento que sirve para fijar el carril a la traviesa. Debe asegurar la invariabilidad del ancho de vía y facilitar la transferencia de las acciones a la infraestructura. Existen, esencialmente, dos tipos: las sujeciones rígidas y las elásticas. Las traviesas de madera siempre van acompañadas de sujeciones rígidas y las de hormigón (monobloque y bibloque), elásticas. La sujeción debe desempeñar, junto con el resto de elementos, las funciones que se le exigen al conjunto de la vía, es decir, proporcionar la suficiente capacidad elástica para permitir absorber las acciones mecánicas a las que está sometida. Asimismo, la rigidez proporcionada al introducir el uso de las traviesas de hormigón se debe ver compensada por la utilización de sujeciones elásticas.

[55] Arantzazu Ruano Gómez

2.8.2.1.- Traviesas en el Cofemanex

Las traviesas que se pueden encontrar en el Cofemanex son varios tipos:

– **Madera sujeciones fijas**. En algunas estaciones disponen de sujeciones deslizantes KD-54.

Fotografía 145. Traviesas de madera y fijaciones rígidas entre Almorchón y Castuera. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

– **Bibloque tipo RS con sujeciones J-2, P-2**.

Fotografía 146. Traviesas bibloque tipo RS y sujeciones J-2 entre Cabeza del Buey y Almorchón. (Badajoz).

Fuente: Juan Francisco Coloma

– **Bibloque BR-94 y sujeción Nabla**.

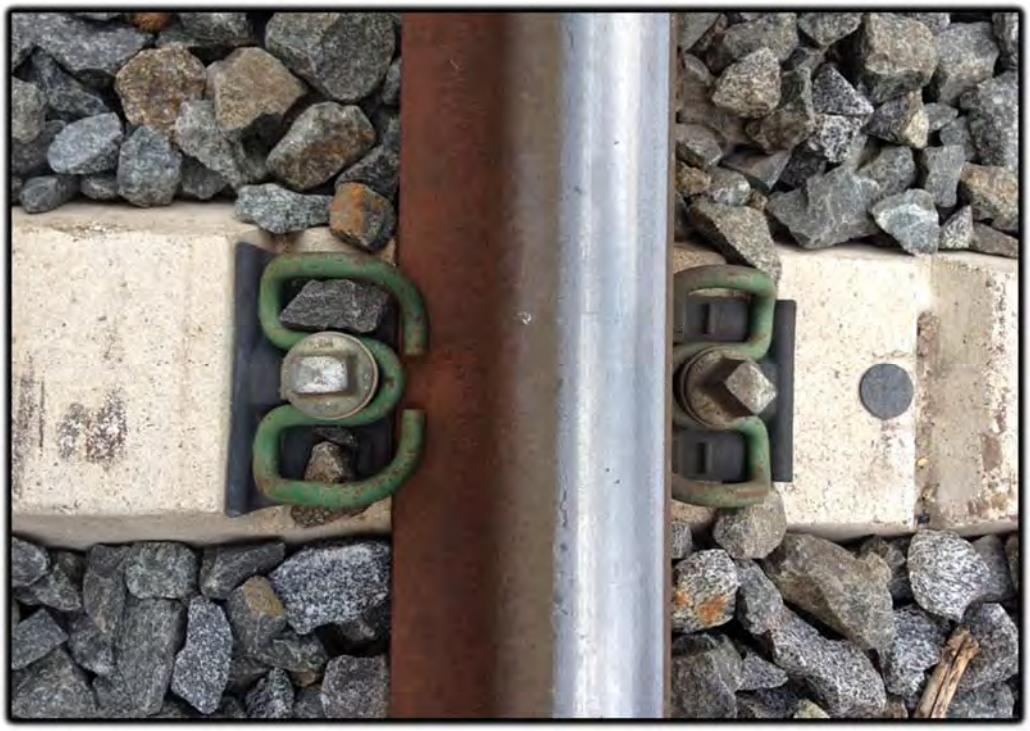
Fotografía 147. Traviesas BR-94 con sujeción Nabla en el puente sobre el río Aljucén. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma

– **MonobloqueDW con sujeción tipo HM**.

– **Monobloque polivalente PR-01 y PR-90**, con sujeciones Vossloh y clip elástico SKL-1,

Fotografía 148. Sujección Vossloh y clip elástico SKL-1 en traviesa monobloque polivalente PR-01



Fuente: Juan Francisco Coloma

Las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad indican que la masa de las traviesas en vías con balasto deberá ser de al menos 220 kg, y que en el caso de tratarse de traviesas de hormigón, éstas deberán tener al menos una longitud de 2,25 m. Dichas especificaciones van ligadas al hecho de obtener estabilidad transversal y longitudinal del conjunto formado por carril-traviesa-balasto y un mejor comportamiento frente al fenómeno de la onda de levante.

Fotografía 149. Traviesas de madera con sujeciones fijas. Tramo Almorchón-Castuera

Fuente: Juan Francisco Coloma

La tecnología de los elementos de sujeción del carril a la traviesa ha mejorado también notablemente. La aparición de los carriles continuos soldados tuvo lugar, en parte, gracias a la introducción de la sujeción elástica. El hecho de aumentar la velocidad de circulación, que provoca mayores movimientos en esta zona de unión entre carril y traviesa, ha obligado a mejorar la técnica de sujeción y apretado de estos elementos (sujeciones **Nabla y Vossloh**) y a introducir, a su vez, el concepto de elasticidad en las sujeciones.

Las traviesas de madera son preceptivas exclusivamente en los siguientes casos **(NAV 3-1-0.0):**

– En los pasos a nivel, en toda la longitud de los contracarriles.

– En los aparatos de vía y aparatos de dilatación.

– En los tramos metálicos.

Fotografía 150. Traviesas de madera en la estación de Don Benito. (Badajoz)

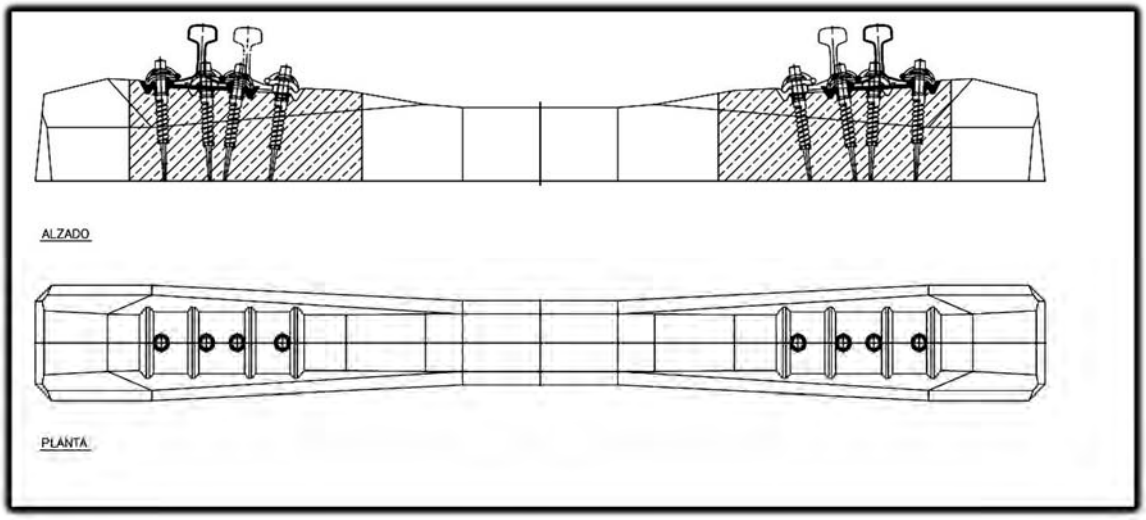
Fuente: Juan Francisco Coloma

En el resto de situaciones debe de recurrirse al uso de traviesas monobloque. En el Cofemanex existen todavía unos 100 km en Ciudad Real y 30 en Badajoz con traviesas de madera y mixtas (madera y bibloque) que deberán ser sustituidas por monobloque. Se trata de zonas que se encuentran en muy mal estado y la situación de la superestructura hace que sea necesario limitar la velocidad de los trenes en algunos casos hasta los 50 km/h.

Las especificaciones técnicas de interoperabilidad exigen el uso de traviesas monobloque de hormigón y ancho internacional (1.435 mm) o en su defecto traviesas polivelentes que permitan con el tiempo poder llevar a cabo la transición de anchos. Este es el caso de las traviesas PR-01 y PR-90 utilizadas en muchas de las renovaciones de vía del Cofemanex. Estas traviesas están homologadas por Adif y admiten carriles UIC-54 y UIC-60

La sujeción que está homologada para la utilización con estas traviesas es la Vossloh con sujeción elástica SKL-1.

Gráfico 123. Esquema de la traviesa polivalente PR-01



Fuente: Adif

Fotografía 151. Detalle de la traviesa polivalente PR-01 colocada entre Don Benito y Villanueva de la Serena (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma

En el Cofemanex también existen muchos tramos con **traviesa bibloque**. Este tipo de traviesas solo admiten el carril UIC-54, limitando la velocidad máxima a 160 km/h y la carga por metro a 22,5 t/m. Se trata de un tipo de traviesa que tuvo su auge en los años 70, pero debido a su escasa aptitud para mantener el ancho de vía, su pequeña superficie de apoyo sobre la capa de balasto y su poca manejabilidad la han hecho

entrar en desuso. Se debe por tanto proceder poco a poco a su sustitución por las traviesas de hormigón monobloque.

2.8.2.2.- Tipo de traviesas existentes en el Cofemanex por tramos

- ***Tramo Puertollano-Brazatortas. (PP.KK. 213/700-232/600)***

Superestructura rehabilitada entre 2006-2007, dispone de traviesa bibloque BR-94 con sujeciones Nabla, alternada con la de madera y sujeciones rígidas. Se recomienda su sustitución por traviesas monobloque.

Fotografía 152. Vía a la salida de Brazatortas con alternancia de traviesas bibloque BR-94 con sujeciones Nabla y traviesas de madera con sujeciones rígidas

Fuente: Alejandro Vozmediano

- ***Tramo Brazatortas- Caracollera. (PP.KK. 232/600-247/500).***

Superestructura rehabilitada en 2005, dispone de traviesa bibloque BR-94 con sujeciones Nabla, alternada con la de madera y sujeciones rígidas. Se recomienda su sustitución por traviesas monobloque.

- ***Tramo Caracollera-El Madroñal (PP.KK. 247/500-260/300)***

Tramo de más de 80 años sin reformar, dispone de traviesas de madera y sujeción rígida. Es necesario su reemplazo.

Fotografía 153. Estado d ela vía cerca de Caracollera. (Ciudad Real). Traviesas bibloque BR-94 con sujeciones Nabla y traviesas de madera con sujeciones rígidas

Fuente: Juan Sánchez

- ***Tramo El Madroñal- Almadenejos/Almadén (PP.KK 260/300-273/250)***

Rehabilitada entre 2008-2009 pero sólo la parte de vía que era inservible. Traviesas de madera y sujeciones rígidas. Es necesaria su sustitución.

- ***Tramo Almadenejos/Almadén-Guadálmez-Los Pedroches (PP.KK.273/250-293/800)***

Tramo de más de 80 años sin reformar. Traviesas de madera y sujeciones rígidas. Es necesaria su sustitución.

- ***Tramo Guadálmez/Los Pedroches- Belalcazar. (PP.KK. 293/800-308/570)***

Tramo rehabilitado en 2005, se alternan las traviesas de madera y sujeciones rígidas con bibloque BR-94 y sujeciones Nabla. Se recomienda su sustitución por traviesas monobloque.

Fotografía 154.Tramo Guadálmez-Los Pedroches (Ciudad Real)- Belalcázar (Córdoba). Traviesa bibloque BR-94 con sujeciones Nabla, alternada con traviesas de madera

Fuente: Antonio E. Martín Miranda

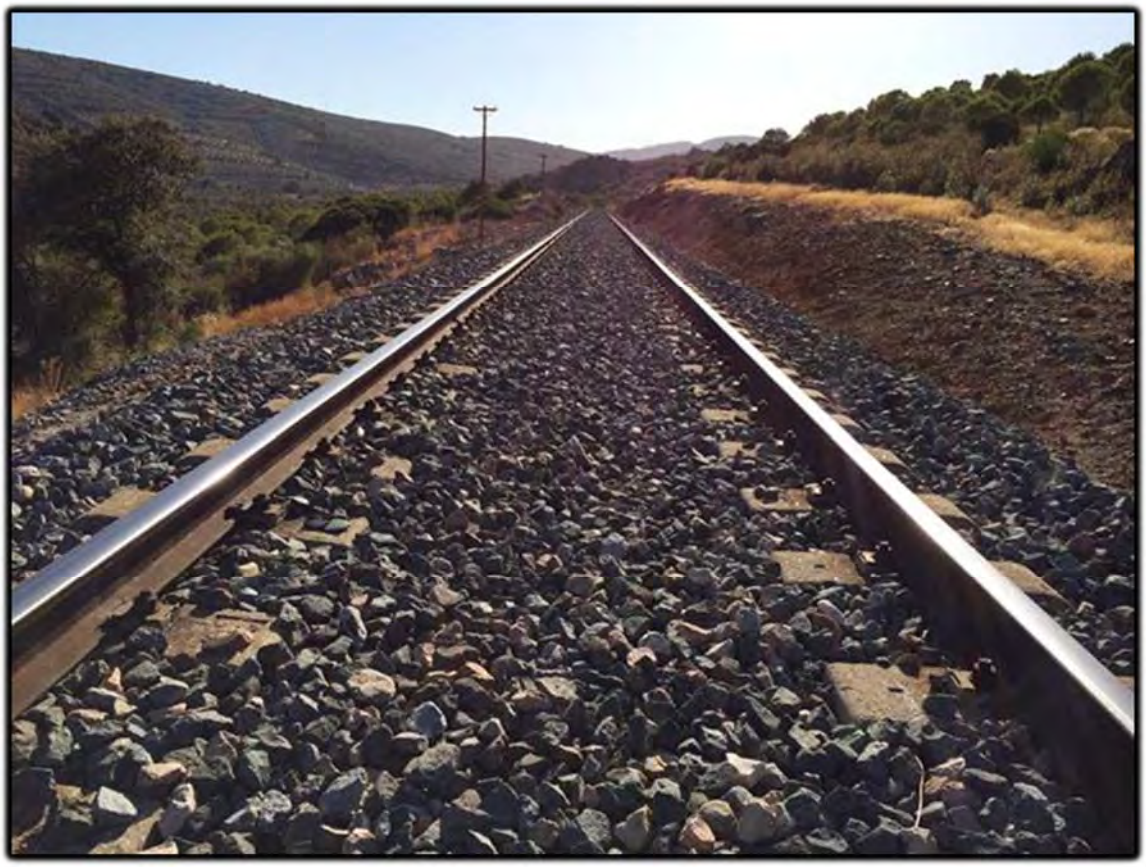
- ***Tramo Belalcazar (PP.KK. 308/700-309/900)***

Tramo renovado. Traviesa monobloque. Estado bueno, no es necesaria su sustitución.

- ***Tramo Belalcázar- Cabeza del Buey. (PP.KK. 309/900-325/420)***

Tramo renovado en los años 70. Traviesa bibloque RS y sujeción J-2. Se recomienda su sustitución por traviesas monobloque.

Fotografía 155. Traviesa bibloque RS y sujeción J-2 entre Belalcázar (Córdoba) y Cabeza del Buey (Badajoz)



Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

- ***Tramo Cabeza del Buey-Almorchón. (PP.KK. 325/420-330/000)***

Renovado en los años 70. Traviesa bibloque RS y sujeción J-2. Se recomienda su sustitución por traviesas monobloque.

- ***Tramo Almorchón- Castuera (PP.KK. 330/000-355/580)***

Equipamiento de más de 80 años, dispone de traviesas de madera y sujeción rígida. Es necesario su reemplazo.

Fotografía 156. Traviesas de madera y sujeciones rígidas entre Almorchón y Castuera. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

- ***Tramo Castuera-Villanueva de la Serena (PP.KK. 355/580-394/100)***

Renovado entre 2006-2007, tiene alternancia de traviesas bibloque RS con sujeciones J-2 y traviesas monobloque polivalentes PR-01, sujeciones Vossloh. Se recomienda reemplazar las zonas con la traviesa bibloque por monobloque.

- ***Tramo Villanueva de la Serena-Mérida (PP.KK. 394/100-453/000)***

Renovado entre 2004-2007, tiene traviesa monobloque polivalente PR-01 y PR-90 en todo el tramo menos en el último kilómetro que tiene traviesa bibloque RS con sujeciones P-2. Se recomienda reemplazar las traviesas de este último kilómetro por traviesas monobloque.

Fotografía 157. Traviesa polivalente PR-90 y sujeción Vossloh entre Guareña y Mérida

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

- ***Tramo Mérida-Aljucén (PP.KK. 453/000-459/100)***

Renovado en septiembre de 2014, dispone de traviesa monobloque polivalente PR-01 en todo el tramo.

Fotografía 158.Traviesa monobloque polivelente PR-01 entre Mérida y Aljucén. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

- ***Tramo Aljucén-Badajoz (459/100-512/300)***

Renovado entre 2000-2003. Hasta la Garrovilla dispone de traviesa bibloque BR-94 y sujeción Nabla. Posteriormente y hasta Badajoz lo hace con traviesa monobloque polivalente PR-90 y sujeción Vossloh.

Fotografía 159. Traviesa polivalente PR-90 y sujeción Vossloh de La Garrovilla a Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

- ***Tramo Badajoz-Limite frontera Portugal (512/300-517/610)***

Desde Badajoz a la frontera se dispone de traviesa bibloque RS con sujeciones J-2. Cerca de la frontera portuguesa se tiene un tramo pequeño de traviesas monobloque donde se produce el cambio de ancho de vía al ancho portugués. (1.666 mm).

Fotografía 160. Traviesas bibloque RS y sujeciones J-2 en el tramo Badajoz-frontera portuguesa

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.8.3.- Carril

2.8.3.1.- Masa del carril a utilizar

Para determinar la masa por metro lineal de un carril en función del tráfico de una línea, la velocidad máxima de circulación y la carga por eje de los vehículos más desfavorables, la expresión más utilizada es la **fórmula de Shajunianz**:

Ecuación 18. Masa de carril necesaria en función del tráfico, la velocidad de circulación y la carga máxima por eje

$$q = a\left(1 + T^{\frac{1}{4}}\right) \cdot (1 + 0{,}012 \cdot v)^{2/3} \cdot p^{2/3}$$

Fuente: Shajunianz

Donde:

q:Masa por metro lineal de carril en kilogramos

T:Tráfico anual de la línea, en millones de toneladas brutas por kilómetro y vía

v:Velocidad máxima de circulación de los trenes en km/h

p:Carga máxima del eje del vehículo en toneladas

a:Parámetro que toma el valor de 1,20 para los vagones y 1,13 para las locomotoras

Para el Cofemanex se toman los siguientes valores:

T:14.377 toneladas /día → 5,3 millones de toneladas brutas remolcadas al año.

v:160 km/h

p:22,5 Tn/eje

a:1,20

Con estos valores resulta q = 49,19 kg/m → se requiere el **UIC-54** (54 kg/m), como mínimo.

En el caso de disponer de mercancías que carguen 25 t/eje resulta q= 52,76 kg/m por lo que el UIC-54 (54 kg/m) encajaría muy justo, siendo deseable el UIC-60 (60 kg/m). Para velocidades de 200 km/h se hace obligatorio el **UIC-60**.

Los tramos que contengan carril de 45 kg/m deberá ser reemplazado como mínimo por el UIC-54 o deseable el UIC-60.

Fotografía 161. Carril de 45 kg/m fabricado en Altos Hornos de Vizcaya (AHV). Tramo Belalcazar (Córdoba)-Cabeza del Buey (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Para evitar juntas y discontinuidades en la rodadura, se recurre a la barra larga soldada (BLS). En este caso los carriles deben suministrarse en medias barras largas (144 m) formadas a partir de barras elementales de 36 m soldadas en taller por chisporroteo eléctrico. [56]

2.8.3.2.- Soldaduras

Los procedimientos más habituales en las Administraciones Ferroviarias para el soldeo de carriles son el aluminotérmico, prácticamente exclusivo para realizar en plena vía, y el eléctrico por chisporroteo utilizado para las soldaduras en taller.

Fotografía 162. Tramo de barra larga soldada (BLS) entre Guareña y Mérida. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

El soldeo aluminotérmico se verifica por fusión, vertiendo un metal de aportación líquido, a una temperatura de unos 2.200ºC en el interior de un molde refractario que rodea los extremos de los carriles, en la zona a empalmar.

El metal de aportación, se vierte una vez calentados los carriles a unos 900º C, y se funde por la reacción química del aluminio y del óxido de hierro pulverizados que, mediante un proceso de ignición, se produce a 1.200º C.

[56] NAV 3-0-1.0. Barras Largas.

Fotografía 163. Barra larga soldada en Quintana de la Serena. Badajoz. Carril de Altos Hornos de Vizcaya (AHV) de 1964. Se observan los huecos para las bridas de la junta primitiva

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Al terminar la reacción, el hierro y la alúmina se encuentran en estado líquido, sobrenadando ésta, por su menor densidad, en forma de escoria o cordón. Sangrando el crisol por su piquera inferior, el líquido pasa a rellenar el molde y los huecos entre los carriles, depositándose primeramente el hierro y luego la escoria.

Efectuada la soldadura, se cortan las partes sobrantes de la mazarota y se repasa la cabeza del carril con motoesmeriladora, de forma que su superficie de rodadura y su cara activa no presenten discontinuidades inaceptables entre el material laminado y el de aportación.

Fotografía 164. Juntas en el carril de 45 kg/m del tramo Almorchón-Castuera. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Los equipos que realicen las soldaduras deben disponer de la homologación correspondiente.

La soldadura eléctrica a tope por chisporroteo requiere una energía calorífica suministrada por medios eléctricos, y una energía mecánica proporcionada generalmente por gatos hidráulicos, dando lugar a un proceso que se realiza siempre en taller, dada la maquinaria que precisa para su ejecución.

2.8.3.3.- Tipo de carriles existentes en el Cofemanex

A lo largo del Cofemanex se tiene una diversidad amplia de carriles de distintas épocas. Algunos incluso se conservan de principios del siglo XX, cuando todavía gestionaba la línea la empresa **Madrid-Zaragoza-Alicante (MZA).**

Fotografía 165. Carril de 1925 suministrado por la Compañía Siderúrgica del Mediterráneo (CSV) para MZA. Tramo Almorchón-Castuera. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Estos carriles tienen un peso de 45 kg/m y están sujetos por traviesas de madera, o en el mejor de los casos por traviesas bibloque. Se distribuyen en tramos cortos de 12m o 33m y por tanto se requiere la construcción de juntas que producen una rodadura incómoda y ruidosa. En estos tramos se limita la circulación de los trenes de mercancías y las velocidades máximas se reducen hasta los 50 km/h.

Fotografía 166. . Carril de 1927 suministrado por la Compañía Siderúrgica del Mediterráneo (CSV) para MZA. Tramo Belalcazar (Córdoba) -Cabeza del Buey. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Por otro lado las renovaciones que se han venido produciendo en la última década han ido reemplazando los carriles cortos de 45 kg/m por barra larga de 54 kg/m (UIC-54). Este tipo de carril, aunque ya se ha comentado anteriormente que no serviría para velocidades de 200 km/h y 25 t/eje sin son válidos para 160 km/h y 22,5 t/eje, que sería la necesidad mínima a corto plazo, y por tanto no es necesaria su renovación.

En el tramo coincidente con la línea de alta velocidad extremeña, entre La Garrovilla y Badajoz, se dispone de barra larga UIC-60 lo que confiere este tramo como el mejor de todo el Cofemanex, permitiéndose velocidades de hasta los 200 km/h.

Se describe a continuación tramo a tramo del Cofemanex, el tipo de carril existente.

- ***Tramo Puertollano-Brazatortas. (PP.KK. 213/700-232/600)***

Superestructura rehabilitada entre 2006-2007, dispone de carril de 45 kg en barra larga. Se recomienda su sustitución barra larga UIC-54.

- ***Tramo Brazatortas- Caracollera. (PP.KK. 232/600-247/500).***

Superestructura rehabilitada en 2005, dispone de carril de 45 kg/m en barra larga. Se recomienda su sustitución barra larga UIC-54.

- ***Tramo Caracollera-El Madroñal (PP.KK. 247/500-260/300)***

Tramo de más de 80 años sin reformar, dispone de carril de 45 kg/m e barras de 12 m y 33 m. Es necesaria su sustitución por larga UIC-54.

- ***Tramo El Madroñal- Almadenejos/Almadén (PP.KK 260/300-273/250)***

Rehabilitada entre 2008-2009 pero sólo la parte de vía que era inservible. Dispone de carril de 45 kg/m e barras de 12 m y 33 m. Es necesaria su sustitución por larga UIC-54.

- ***Tramo Almadenejos/Almadén-Guadálmez-Los Pedroches (PP.KK.273/250-293/800)***

Tramo de más de 80 años sin reformar. Dispone de carril de 45 kg/m en barras de 12 m y 33 m. Es necesaria su sustitución por larga UIC-54.

- ***Tramo Guadálmez/Los Pedroches- Belalcazar (PP.KK. 293/800-308/570)***

Tramo rehabilitado en 2005, dispone de carril de 45 kg en barra larga. Se recomienda su sustitución barra larga UIC-54.

- ***Tramo Belalcazar (PP.KK. 308/700-309/900)***

Tramo renovado. Carril UIC-54 y BLS. Estado bueno, no es necesaria su sustitución.

- ***Tramo Belalcazar- Cabeza del Buey (PP.KK. 309/900-325/420)***

Tramo renovado en los años 70. Dispone de carril de 45 kg en barra larga. Se recomienda su sustitución barra larga UIC-54.

Fotografía 167. Carril de 45 kg/m suministrado por Altos Hornos de Vizcaya para MZA en 1932. Tramo Belalcazar (Córdoba) y Cabeza del Buey (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

- ***Tramo Cabeza del Buey-Almorchón (PP.KK. 325/420-330/000)***

Renovado en los años 70. Dispone de carril de 45 kg en barra larga. Se recomienda su sustitución barra larga UIC-54.

Fotografía 168. Barra larga soldada en la ascensión al túnel de las Cabras, cerca de Cabeza del Buey (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

- ***Tramo Almorchón- Castuera (PP.KK. 330/000-355/580)***

Equipamiento de más de 80 años, dispone de carril de 45 kg/m en barras de 12 m y 33 m. Es necesaria su sustitución por larga UIC-54.

Fotografía 169. Carril de 45 kg/m y juntas entre Almorchón yCastuera. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

- ***Tramo Castuera-Villanueva de la Serena (PP.KK. 355/580-394/100)***

Renovado entre 2006-2007, dispone de carril UIC-54 y BLS, por lo que no es necesaria su sustitución.

- ***Tramo Villanueva de la Serena-Mérida (PP.KK. 394/100-453/000)***

Renovado entre 2004-2007, dispone de BLS con carril UIC-54. No es necesaria su sustitución.

Fotografía 170. Carril UIC-54 cerca de la estación de D.Benito. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

- ***Tramo Mérida-Aljucén (PP.KK. 453/000-459/100)***

Renovado en septiembre de 2014, dispone de carril UIC-54 en tramos cortos de 12 m. Sería deseable convertirlo en BLS para evitar las juntas.

Fotografía 171. Bridas en la junta de los carriles UIC-54 suministrados por Ensidesa en el tramo Mérida-Aljucén. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

- ***Tramo Aljucén-Badajoz (PP.KK. 459/100-512/300)***

Renovado entre 2000-2003. Hasta la Garrovilla dispone de UIC-54 y BLS por lo que no es necesaria su sustitución. Posteriormente y hasta Badajoz el carril es UIC-60 con BLS lo que le permite alcanzar en este tramo, velocidades de 200 km/h.

Fotografía 172. Carril UIC-60 entre La Garrovilla y Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

- ***Tramo Badajoz-Limite frontera Portugal (PP.KK. 512/300-517/610)***

Desde Badajoz a la frontera dispone de BLS con carril UIC-54. No es necesaria su sustitución.

Fotografía 173. Junta de carril en el cambio de traviesas de bibloque RS a madera en la frontera con Portugal. Carril UIC-54

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.8.4.- Aparatos de vía

Los aparatos de vía son dispositivos que tienen por misión asegurar la continuidad de la vía en los cruces y bifurcaciones. La pestaña de la rueda no debe encontrar obstáculos.

Dentro de los aparatos de vía se incluyen también las bridas y juntas, que por formar parte del carril, se han incluido en el apartado anterior. En este apartado se describen los desvíos.

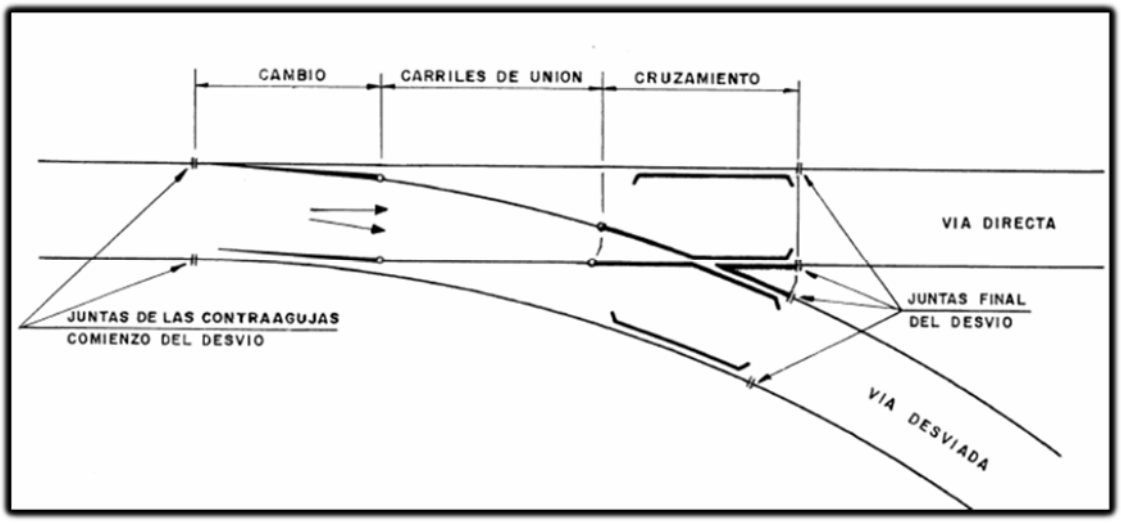
2.8.4.1.- Desvíos

Los desvíos permiten pasar los vehículos de una vía a otra. Hay rectos (una de las líneas con tramo recto) y curvos (ambas curvas).

Gráfico 124. Desvío recto tipo C de Mercoguadiana en Don Benito. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Gráfico 125. Esquema de un desvío simple



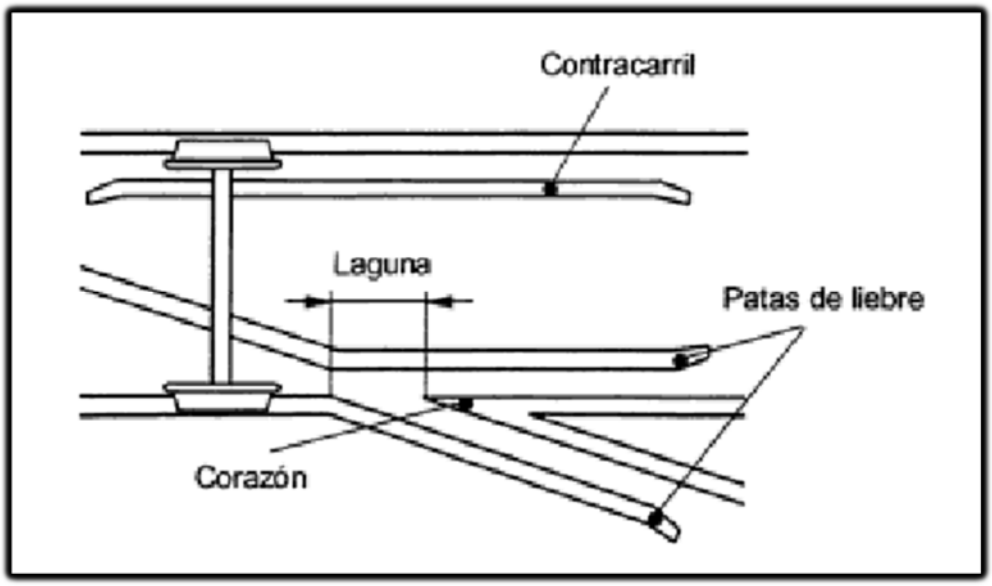
Fuente: Adif. NAV 3-6-0.0

Las partes fundamentales del desvío son:

- ***Cruzamientos***

Resuelve las intersecciones de carriles, que presentan obligatoriamente ambos aparatos.

Gráfico 126. Partes de un cruzamiento simple



Fuente: Apuntes de ferrocarriles de Juan Francisco Coloma Miró

- ***Cambio***

Permite efectuar la separación que se presenta necesariamente en el desvío y algunas travesías.

- ***Carriles de unión***

Entre el cambio y el cruzamiento, se sitúan los carriles de unión que dan continuidad al conjunto.

Fotografía 174. Timonería de una aguja en el desvío tipo C de Mercaguadiana en Don Benito

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La separación y el cruce de los hilos de ambas vías se produce mediante: el cambio y el cruzamiento. Un cambio consta de dos conjuntos de aguja-contraguja. Un cruzamiento consta de corazón, carriles, laguna, contracarriles y patas de liebre.

Los corazones, y los desvíos, se definen a partir de la tangente del ángulo que forman los dos hilos que se cruzan de las vía directa y desviada expresado de forma decimal.

2.8.4.2.- Tipos de desvío

La primera forma de clasificar los desvíos es por la forma que se tiene para accionar el cambio de agujas.

Si se accionan a pie del cambio son los **desvíos manuales.**

Fotografía 175. Desvío manual tipo A en la Garrovilla. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Si se realizan desde la estación mediante un cable de acero se trata de **desvíos mecánicos**.

Fotografía 176. Desvío mecánico tipo A. Cableado para la activación de las agujas a distancia en la estación de Almorchón. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 177. Detalle de la polea que sujeta el cable de acero del desvío mecánico de Castuera

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Si la forma de accionar las agujas se realiza de forma telemática a través de los **centros control de tráfico (CTC),** se denominan **desvíos electrónicos**.

Fotografía 178. Desvío tipo C electrónico en el PK 494/300 en el Fresnal. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Los más antiguos son los desvíos tipo A, que se accionan de forma manual o mecánica normalmente. Los tipo B y C suelen ser electrónicos y controlados desde un centro de mando.

En el Cofemanex, se tienen desvíos electrónicos desde Villanueva de la Serena hasta Badajoz. Sin embargo desde Villanueva hasta Brazatortas los desvíos se accionan mecánicamente (Almorchón y Castuera) o manualmente (Cabeza del Buey).

Otra forma de clasificar los desvíos es por su longitud y la velocidad de paso, tanto por vía desviada como por vía directa. En España Adif tiene normalizados en la **NAV 3-6-0.0** los siguientes tipos de desvíos cuyas características se resumen a continuación:

–**Tipo A**: velocidad de paso por vía directa de 140 km/h y de 30 por desviada

Fotografía 179. Desvío mecánico tipo A en la estación de Almorchón. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

–**Tipo B**: velocidad de paso por vía directa de hasta 160 km/h y de hasta 60 por desviada

–**Tipo C**: velocidad de paso por vía directa de 200 km/h y de hasta 60 por desviada

–**Tipo V**: velocidad de paso por vía directa de 200 km/h y de 100 por desviada

–**Tipo AV**: velocidad de paso por vía directa de 300 km/h y de 160 por desviada

–**Tipo AV+**: velocidad de paso por vía directa de 350 km/h y de 220 por desviada

En el Cofemanex se dispone de desvíos tipo A y tipo B de Brazatortas a Villanueva de la Serena y tipo C de Villanueva a Badajoz.

Los tipos de desvíos normalizados por Adif en sus líneas para el ancho convencional (1.668mm) son los siguientes

Fotografía 180. Indicador de posición de aguja en la estación de Almorchón. (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

- ***Desvíos tipo A***

Son los desvíos que se instalaban hasta hace poco en las vías de Renfe. Cara al futuro sólo deben instalarse en vías de apartado de toda la Red y en vías generales de la Red Secundaria. Podrán igualmente utilizarse en vías de circulación de la Red Principal, si bien en estas es preferible utilizar otros tipos de desvíos. Igualmente podrán utilizarse para reparaciones parciales de los existentes.

Permiten velocidades máximas de paso por vía directa de 140 km/h y de 30 km/h. por la vía desviada. Sus corazones no admiten la soldadura a la barra larga, por lo que es necesario intercalar aparatos de dilatación.

Se fabrican para vías con carriles modelo 45 prima o UIC 54 y se asientan sobre traviesas de madera.

- ***Desvíos tipo B***

Se incluyen en este grupo los desvíos que permiten el paso por vía directa a una velocidad máxima de 160 km/h (tipos B1 y B2) y 140 km/h (tipo B3) y por vía desviada a 30, 45 y 60 km/h según modelos. No es necesario colocar aparatos de dilatación.

Se fabrican para vías con carril modelo UIC 54 y se subdividen en tres grupos:

- Tipo B1. Desvíos con corazón soldado a cupones de unión de 2,40 m. que se pueden soldar aluminotérmicamente a la barra larga.

- Tipo B2. (A extinguir) Desvíos con corazón embridado y encolado a cupones de unión de 2,40 m. que se pueden soldar aluminotérmicamente a la barra larga.

- Tipo B3. Desvíos con corazón que se puede embridar y encolar directamente a la barra larga. Su longitud es más reducida (poco más de sus equivalentes del tipo A).

Superados los problemas de fabricación del tipo B1, ya no se fabrican del tipo B2.

Se asientan sobre traviesas de madera.

- ***Desvíos tipo C***

Se incluyen en este grupo los desvíos que permiten el paso por vía directa a una velocidad máxima de 200 km/h., y por vía desviada a 45, 50 y 60 km/h según modelo. Por excepción, el modelo DS-C-54-250-0,11-CR sólo admite 160 km/h. por vía directa.

Se fabrican para vías con carriles UIC 54 y UIC 60. De momento se asientan sobre traviesas de madera.

Fotografía 181. Desvío tipo C en Guadiana. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 182. Desvío tipo C en el PK494/000 cerca del Fresnal. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

- ***Desvíos tipo V***

Se incluyen en este grupo los desvíos que permiten el paso por la vía directa a una velocidad máxima de 200 km/h., y por la vía desviada a 100 km/h, si bien existen prototipos de ensayo a 130 km/h.

Únicamente se fabrican para vías con carril modelo UIC 60. Actualmente se asientan sobre traviesas de madera.

Por último indicar que en las estaciones de enclavamientos mecánicos (Almorchón) y manuales (Cabeza del Buey) existen otros aparatos de vía con diversas finalidades, como es el caso del *calce descarrilador*. En caso de introducción de un vagón en una vía de forma accidental hace descarrilar el vagón y así proteger la vía de un accidente.

Fotografía 183. Calce descarrilador manual en la estación de Cabeza del Buey. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.8.5.- Tabla resumen de la superestructura en el Cofemanex

En el Anexo I "*Listados generados en el análisis del sistema ferroviario del Cofemanex*" se adjunta una tabla con la tipología de superestructura existente en el Cofemanex. La información suministrada es la siguiente:

– Estación más cercana. Estación de referencia por el PK recorrido.

– PK: PK de la línea de Adif 520 Ciudad Real- Badajoz.

– Estado Actual: Estado actual del carril, traviesas y sujeciones.

– Calificación: Se realizan tres calificaciones del estado de la vía.

Rojo (MALO): Traviesas de madera, sujeciones rígidas y barra corta obligando a reducir la velocidad a valores muy inferiores a los catalogados en el **CVM de Adif.**

Amarillo (REGULAR): Traviesas bibloque de cualquier tipo. Traviesa RS, sujeciones J-2 o P-2 o traviesa BR-94 con sujeciones Nabla. Como ya se ha descrito en el apartado de traviesas, este tipo de superestrutcura impide la circulación de los trenes de mercancías que carguen 25 t/eje y los trenes que circulen por encima de los 160 km/h. Estas traviesas suele ir provistas de carriles de 54 kg/m (UIC-54), pero se trata de traviesas de los años setenta y en muchos casos su mal estado limita la velocidad máxima de los trenes.

Verde (BUENO): Traviesas monobloque de hormigón. Sujeción Vossloh con clip elástico SKL-1. Este tipo de estructura es la indicada para que los trenes puedan circular a 160 km/h, o incluso si se dispone del material rodante adecuado, se podrán alcanzar los 200 km/h. Además si se dispone de las traviesas polivalentes PR-01 o PR-90, se cumple con las especificaciones técnicas de interoperabilidad y se podría en un futuro cercano, adaptar el ancho de vía al ancho internacional (1.435 mm).

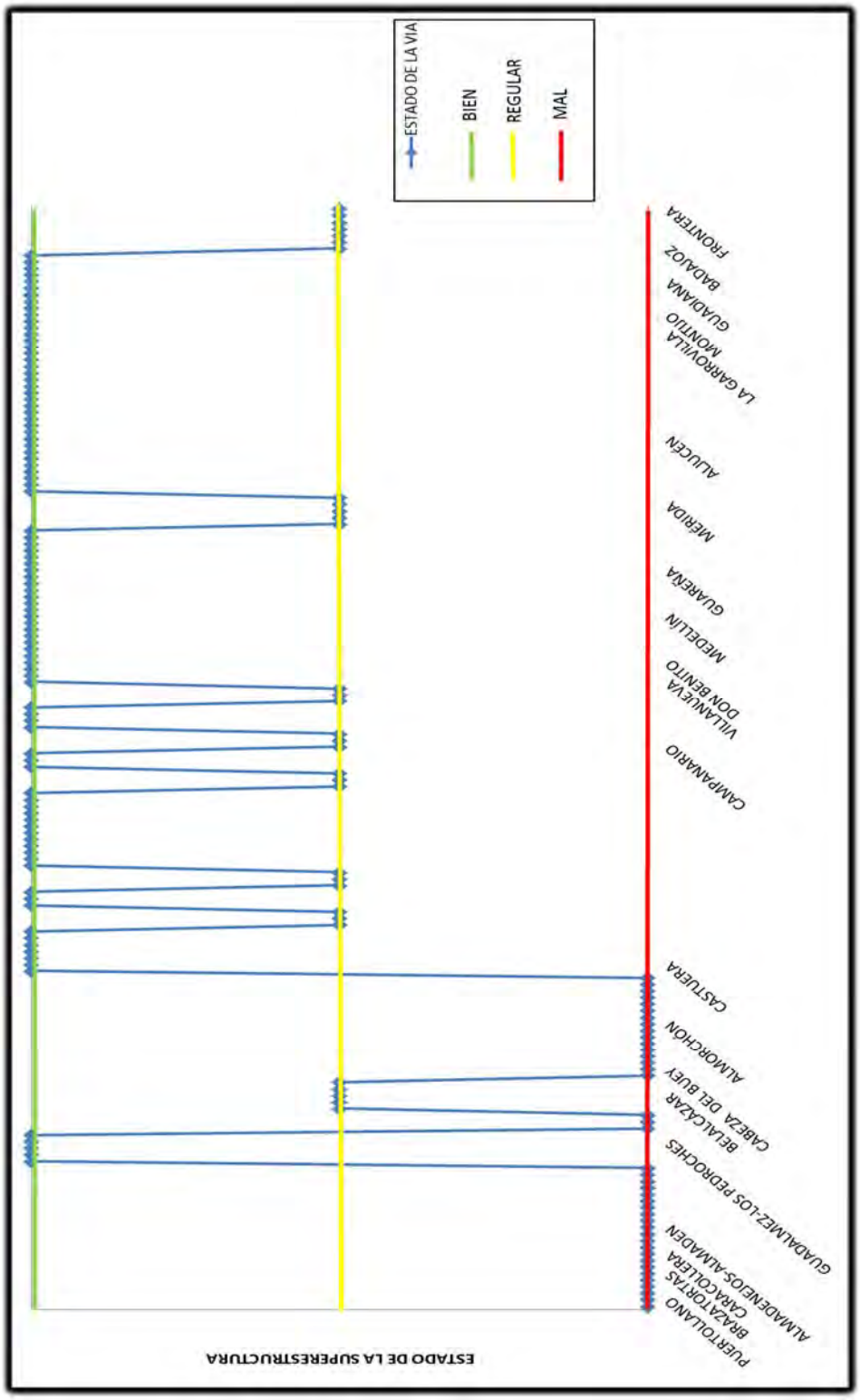
– Cuadro de velocidades máximas. C.V.M. de la línea suministrado por Adif

– Limitación de Velocidad. Indica por PK las zonas donde se limita la velocidad de circulación de los trenes y su valor.

2.8.6.- Resultados del estudio de la superestructura del Cofemanex

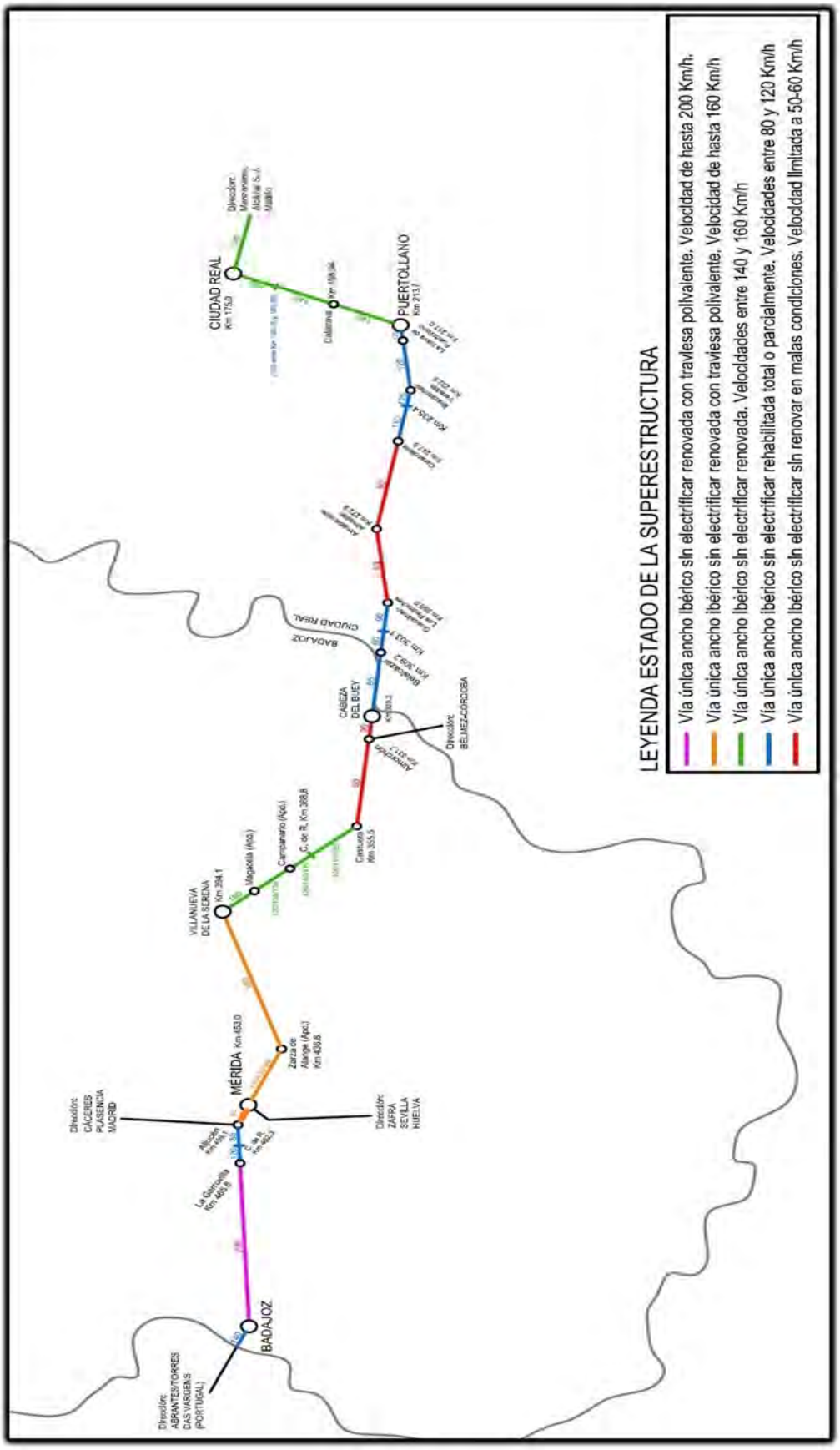
En los gráficos adjuntos se recojen los resultados del estudio realizado sobre la superestructura del Cofemanex.

Gráfico 127. Estado de la superestructura en el Cofemanex



Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Gráfico 128. Velocidades máximas y estado de la superestructura del Cofemanex



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

2.8.7.- Conclusiones sobre la superestructura en el Cofemanex

Se llevado a cabo un estudio exhaustivo de la superestructura del corredor ferroviario manchego extremeño Cofemanex, desde Puertollano (Ciudad Real) hasta el límite de la frontera con Portugal, (Badajoz).

El corredor estudiado comienza en el PK 213/700 y finaliza en el 517/601 por lo que tiene un total de 303 kilómetros y 901 metros.

Para calificar el estado de la superestructura de la vía, se han seguido los criterios que realiza Adif en sus proyectos de renovación de vía y son los siguientes:

MALO: Traviesas de madera, sujeciones rígidas y barra corta obligando a reducir la velocidad a valores muy inferiores a los catalogados en el cuadro de velocidades máximas de Adif.

REGULAR: Traviesas bibloque de cualquier tipo. Traviesa RS, sujeciones J-2 o P-2 o traviesa BR-94 con sujeciones Nabla. Como ya se ha descrito en el apartado de traviesas, este tipo de superestrutcura impide la circulación de los trenes de mercancías que carguen 25 t/eje y los trenes que circulen por encima de los 160 km/h. Estas traviesas suelen ir provistas de carriles de 54 kg/m (UIC-54), pero se trata de traviesas de los años setenta y en muchos casos su mal estado, limita la velocidad máxima de los trenes.

BUENO: Traviesas monobloque de hormigón. Sujeción Vossloh con clip elástico SKL-1. Este tipo de estructura es la indicada para que los trenes puedan circular a 160 km/h, o incluso si se dispone del material rodante adecuado, se podrán alcanzar los 200 km/h. Además si se dispone de las traviesas polivalentes PR-01 o PR-90, se cumple con las especificaciones técnicas de interoperabilidad y se podría en un futuro cercano, adaptar el ancho de vía al ancho internacional (1.435 mm).

De los 301,901 kilómetros que tiene el corredor 195,178 km (64,22 %) tienen la superestructura "*MAL",* 33,176 km (10,92%) la tienen "*REGULAR*" y los 75,547 kilómetros restantes (24,86%) tienen la superestructura en "*BUEN"* estado.

Los tramos que están en "*MAL*" estado impiden la circulación de trenes de mercancías de cierto peso (se limita a 22,5 t/eje máximo) y las velocidades se reducen a valores que pueden llegar a 50 km/h. En las algunas estaciones que tienen desvíos embridados las velocidades se reducen a 30 km/h, como la de Belalcázar. (Córdoba).

Estos tramos son en general los que disponen de traviesas de madera y fijaciones rígidas, con carriles de primeros del siglo XX. Deberán ser renovados de forma urgente para poder garantizar la circulación de un tren de mercancías por la línea, y más si se pretende que sea de altas prestaciones.

Los tramos que tienen su superestructura en un estado "*REGULAR"*, normalmente han sufrido alguna renovación, pero no lo suficiente para convertir su estado en bueno. Normalmente son zonas de traviesas bibloque que o bien fueron colocadas en los años 70, o bien se han colocado ahora a primeros de siglo de forma emergente para subsanar las carencias de las traviesas de madera y los carriles de 45 kg/m.

Teniendo en cuenta que no pueden sujetar los carriles UIC-60, que no permiten velocidades superiores a 160 km/h y que no soportan las 25 t/eje que exigen las **ETIs para trenes de mercancías** [57]de las líneas principales, deben ir siendo sustituidas poco a poco cuando presupuestariamente sea viable.

Este tipo de superestructura permite la circulación de trenes de mercancías convencionales (hasta 22.5 t/eje) pero no los trenes de mercancías de altas prestaciones (25 t/eje), cuya pretensión es el objeto de esta tesis doctoral. Su

[57] Decisión de la Comisión de 26 de abril de 2011 sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de infraestructura del sistema ferroviario transeuropeo convencional.

renovación no es por tanto urgente aunque si debe de tenerse en cuenta en las actuaciones a medio plazo.

Por último el estado de la vía que se encuentra como "*BIEN"*, garantiza la circulación de trenes de mercancías de altas prestaciones por ellos, con un pequeño matiz. Desde La Garrovilla a Badajoz se dispone de UIC-60 y traviesa monobloque polivalente lo que garantiza la posibilidad de trenes a 200 km/h y mercancías de peso 25 t/eje. Además la posibilidad de migrar al ancho internacional cuando sea requerido.

El resto de la superestructura que se encuentra en buen estado, salvo un kilómetro de barra DW que se encuentra en Belalcazar, dispone de traviesa monobloque polivalente y permitiría la migración al ancho internacional. Sin embargo los carriles empleados son los UIC-54 lo que limitaría la posibilidad de circulación de trenes de 25 t/eje.

De forma resumida se puede concluir que de Badajoz a La Garrovilla se dispone de superestructura preparada para trenes de mercancías de altas prestaciones (25 t/eje), posibilidad de migrar al ancho internacional y velocidades máximas de 200 km/h.

De La Garrovilla hasta Castuera , salvando algunos tramos intermedios que se encuentran en situación regular, el resto puede migrar al ancho internacional cuando se requiera y permite la circulación de trenes hasta 160 km/h y mercancías a 120 km/h y 22,5 t/eje.

De Castuera hasta Puertollano, salvando pequeños tramos que se encuentran en estado regular, la situación de la superestructura es muy mala, las limitaciones de velocidad son continuas, llegando a los 50 km/h (tramo Castuera-Almorchón) o incluso 30 km/h en algunas estaciones como la de Belalcazar. Se limita también la circulación de los trenes de mercancías que circulan por este tramo y se hace muy necesaria su renovación.

Estos tramos deben ser los prioritarios en toda planificación de inversión del corredor.

Fotografía 184. Superestructura entre Castuera y Almorchón en estado "MALO"

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.9.- ESTACIONES DE VIAJEROS Y MERCANCÍAS EN EL COFEMANEX

En el apartado 1.1.8 de esta tesis doctoral se describe cómo se creó la entidad Adif y las características de la Red General de Interés General que gestiona.

El resumen es el siguiente:

Tabla 66. Características de la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG) gestionada por Adif

Infraestructura y Circulación		
(*) Red Ferroviaria Gestionada por Adif:	15.215	km
• Red de Alta Velocidad de Ancho Internacional puro (1.435 mm)	2.322	km
• Red de Alta Velocidad de Ancho Ibérico (1.668 mm)	84	km
• Red Convencional de Ancho Ibérico puro (1.668 mm)	11.483	km
• Red Mixta (combinación Ancho Ibérico y Ancho Internacional)	119	km
• Red de Vía Estrecha de Ancho Métrico (1.000 mm)	1.207	km
Líneas Equipadas con ERTMS	1.974	km
Líneas Equipadas con ASFA	13.379	km
Líneas Equipadas con Sistemas de Bloqueo Automatizados	11.831	km
Líneas Equipadas con ATP - EBICAB	450	km
Línea dotada con CTC	11.332	km
Red de Fibra Óptica	17.868	km
Nº Circulaciones de Trenes / Año 2013	2.111.232	
Puntualidad de Trenes	90-98	%

* Cifras redondeadas a kilómetros

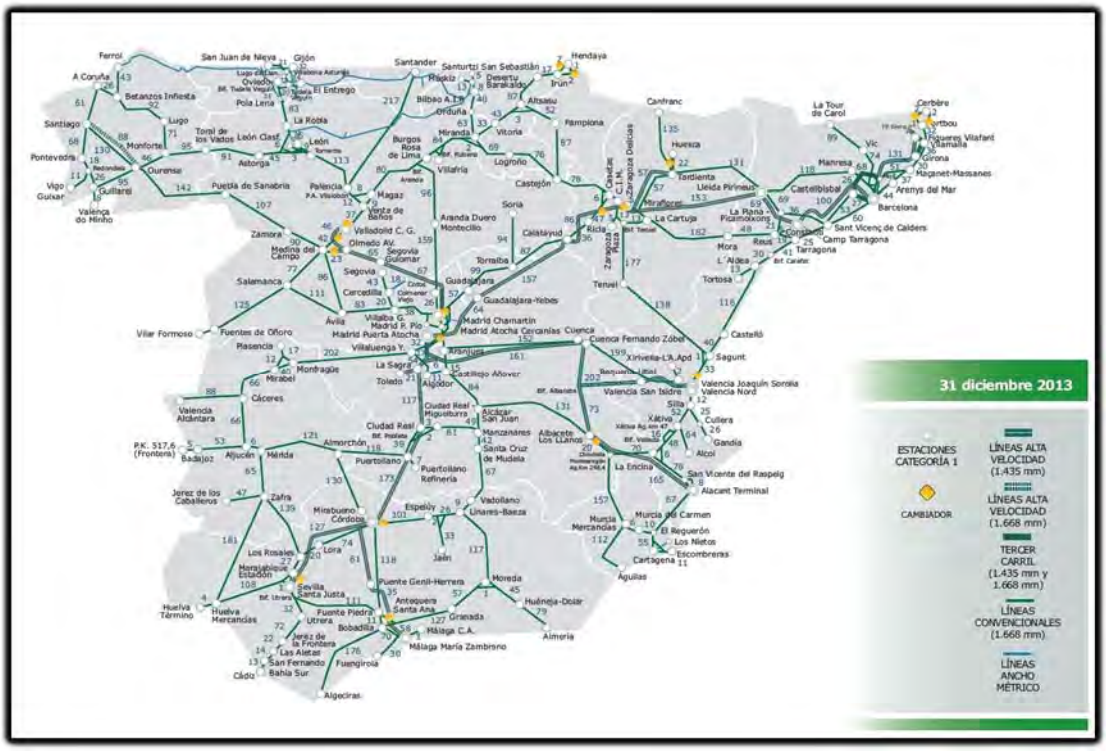
Fuente: Adif

El Cofemanex se encuentra dentro de la Red Convencional de Ancho Ibérico puro.

2.9.1.- *Distancias kilométricas existentes entre las estaciones de la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG) de Adif*

Se adjunta a continuación el plano de distancias kilométricas existentes en la RFIG gestionada por Adif.

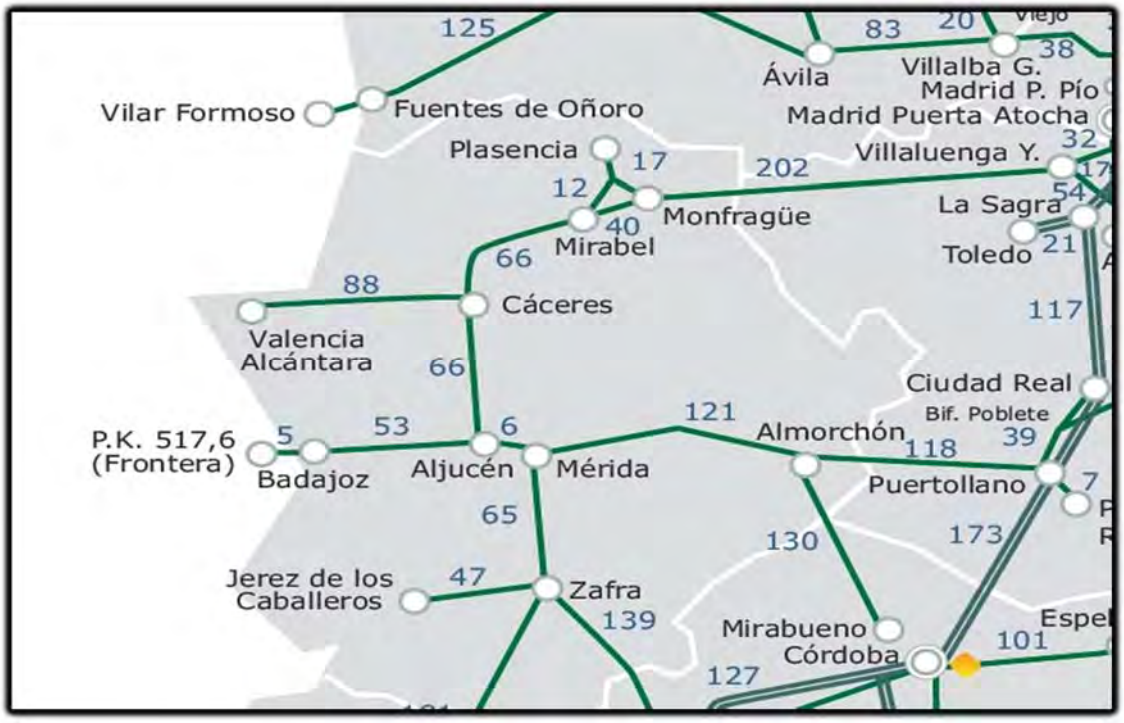
Gráfico 129. Mapa de distancias kilométricas en la RFIG de Adif. Diciembre de 2013



Fuente: Adif

La ampliación en la zona del Cofemanex queda de la siguiente forma:

Gráfico 130. Mapa de distancias kilométricas en la RFIG de Adif ampliado en el Cofemanex



Fuente: Adif

2.9.2.- Estaciones de viajeros de la RFIG

La gestión de las 1948 estaciones existentes en la RFIG corresponde a Adif. Adif -Alta Velocidad ha encomendado a Adif la gestión de las estaciones de su titularidad.

Las principales estaciones gestionadas por Adif, se conciben como lugares de referencia de la ciudad, dotadas de espacios accesibles, funcionales, y respetuosos con el medio ambiente, donde los clientes pueden disfrutar de una diversidad de servicios relacionados con el ferrocarril y el intercambio modal, oferta comercial y actividades socio-culturales.

Gráfico 131. Mapa de las principales estaciones de viajeros de la RFIG de Adif

Fuente: Adif

Es un objetivo prioritario de Adif el diseño y construcción de estaciones de ferrocarril con criterios de sostenibilidad integral, contemplando todo el ciclo de vida de la estación, y la prestación de unos servicios de calidad en función de las características de cada estación, teniendo en cuenta:

– Un dimensionamiento adecuado de los espacios y sus equipamientos

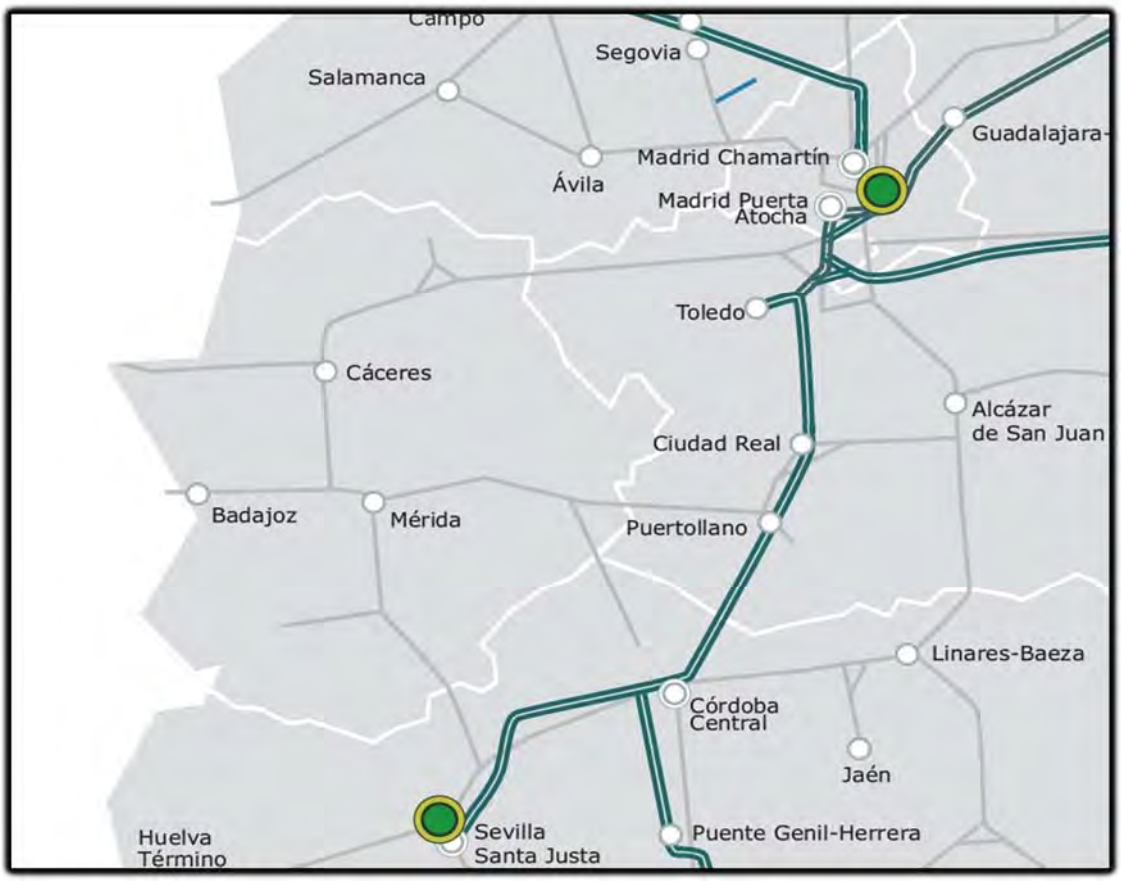
– Un funcionamiento correcto de las instalaciones (limpieza, mantenimiento, conservación, climatización, etc.).

– La creación de entornos seguros.

– Una oferta comercial adaptada a las necesidades de los clientes y la ciudad.

– La información relacionada con la estación y los servicios propios de la misma, en castellano y, en su caso, en las lenguas cooficiales de las respectivas Comunidades Autónomas.

Gráfico 132. Principales estaciones de viajeros en la RFIG de Adif, ampliado en la zona del Cofemanex



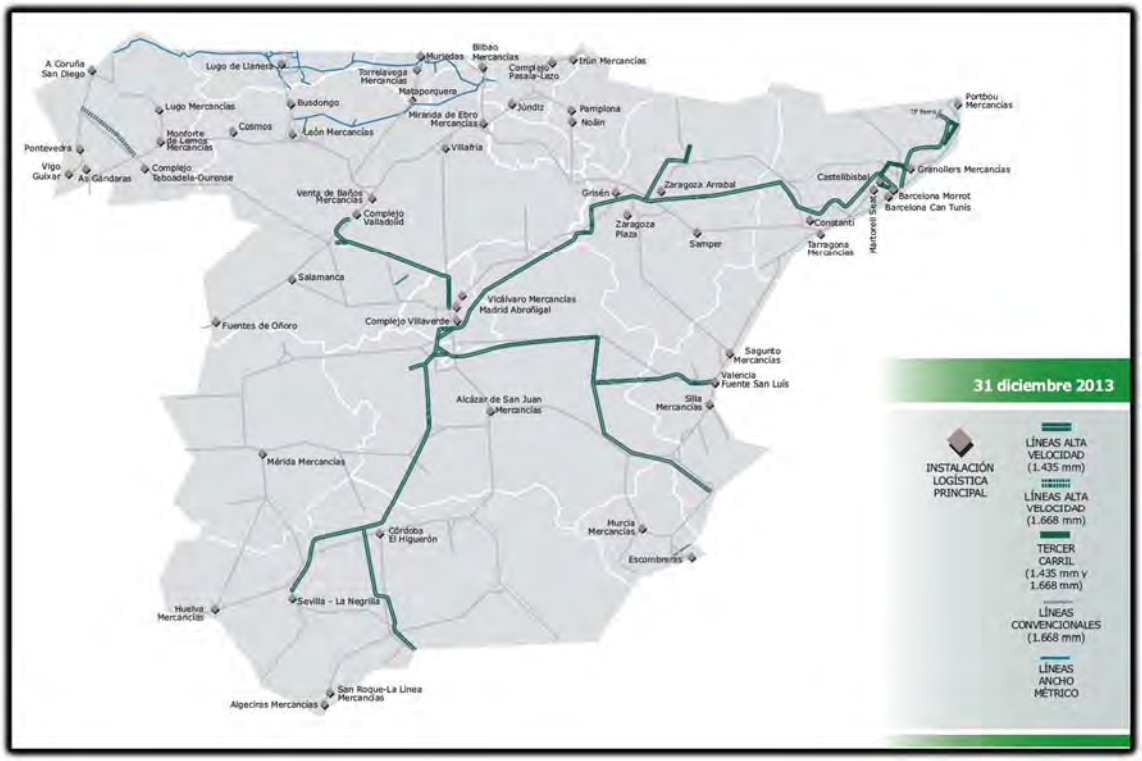
Fuente: Adif

2.9.3.- Estaciones de mercancías de la RFIG

Adif, a través de su red de instalaciones, facilita el intercambio modal de mercancías y ofrece en las mismas, a las Empresas Ferroviarias y Candidatos, los servicios logísticos necesarios para aportar valor añadido a la cadena de transporte.

En las situaciones en las que Adif no realice estas prestaciones de forma directa o indirecta, establecerá el correspondiente contrato de disponibilidad de espacio para el uso de sus instalaciones logísticas.

Gráfico 133. Principales



Fuente: Adif

2.9.3.1.- Tipos de Instalaciones Logísticas

Basada en la tipología de las instalaciones y teniendo en cuenta su tamaño y ubicación, los recursos dedicados por Adif y el tipo de operación que se realiza sobre ellas, se clasifican en:

- ***Instalaciones Técnicas***

Son aquellas instalaciones ferroviarias dedicadas a la realización de operaciones sobre el material ferroviario relacionadas con su estacionamiento y su formación para puesta en circulación.

Están conformadas por las vías e instalaciones de señalización, de seguridad y de electrificación que, gestionadas por el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, contribuyen a garantizar la eficacia global del sistema ferroviario.

- ***Instalaciones Logísticas***

Son aquellas terminales de carga dedicadas a prestar exclusivamente servicios logísticos relacionados con la manipulación y almacenaje de mercancía, aportando valor añadido a la cadena de transporte.

Dichas instalaciones están conformadas, al menos, por la infraestructura ferroviaria necesaria para el intercambio modal de transporte y los espacios disponibles para la carga/descarga de la mercancía. Asimismo, podrán comprender otras instalaciones como naves de almacenamiento, viales, edificios de oficinas, etc.

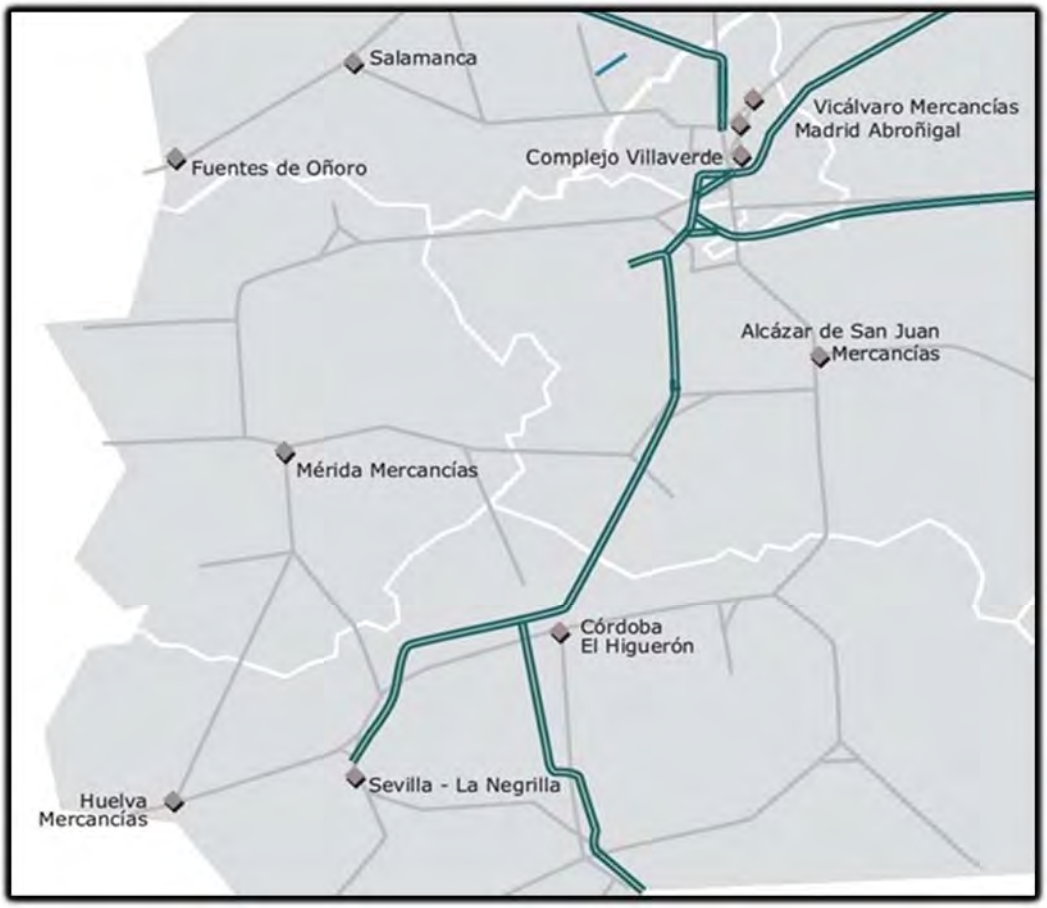
- ***Centros Logísticos***

Podrán ser calificadas como centros logísticos aquellas instalaciones en función de su ubicación estratégica en los principales corredores ferroviarios, su dimensión y los recursos dedicados a las mismas.

Fotografía 185. Centro logístico de San Lázaro en Mérida. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Gráfico 134. Instalaciones principales de mercancías en la RFIG de Adif, ampliado en la zona del Cofemanex .Actualizado a diciembre 2013



Fuente: Adif

Este plano al estar actualizado a diciembre de 2013, sólo recoge el Centro Logístico que está en funcionamiento, que es el de San Lázaro, en Mérida. Sin embargo, quedan pendientes las actuaciones previstas por el Gobierno de Extremadura y que se han adjudicado recientemente en diciembre de 2014. Se trata de la "Plataforma Logística del Suroeste Europeo" y del centro logístico de "Expacio Mérida". Ambas actuaciones dispondrán de conexión ferroviaria a la RFIG gestionada por Adif.

Tabla 67. Instalaciones logísticas principales de mercancías en la RFIG de Adif

A Coruña San Diego	Granollers Mercancías	Pontevedra
Alcázar de San Juan Mercancías	Grisén	Portbou Mercancías
Algeciras Mercancías	Hueva Mercancías	Sagunto Mercancías
As Gándaras	Irún Mercancías	Salamanca
Barcelona Can Tunís	Júndiz	Samper
Barcelona Morrot	León Mercancías	San Roque - La Línea Mercancías
Bilbao Mercancías	Lugo de Llanera	Sevilla La Negrilla
Busdongo	Lugo Mercancías	Silla Mercancías
Castellbisbal	Madrid Abroñigal	Tarragona Mercancías
Complejo Pasaia - Lezo	Martorell Seat	Torrelavega Mercancías
Complejo Taboadela - Ourense	Mataporquera	Valencia Fuente San Luís
Complejo Valladolid	Mérida Mercancías	Venta de Baños Mercancías
Complejo Villaverde	Miranda de Ebro Mercancías	Vicálvaro Mercancías
Constantí	Monforte de Lemos Mercancías	Vigo Guixar
Córdoba El Higuerón	Murcia Mercancías	Villafría
Cosmos	Muriedas	Zaragoza Arrabal
Escombreras	Noáin	Zaragoza Plaza
Fuentes de Oñoro	Pamplona	

Fuente: Adif

2.9.4.- Descripción de las estaciones existentes en el Cofemanex

El esquema de estaciones del Cofemanex desde Puertollano hasta el Límite de la Frontera con Portugal es:

Tabla 68. Distribución de estaciones y apeaderos en el Cofemanex

Estaciones y Apeaderos	Altitud (m)	P.K.	Distancia entre estaciones (Km)
PUERTOLLANO	709,32	213,7	
La Nava de Puertollano	691,77	217,0	3,3
Brazatortas-Veredas	713,94	232,6	15,6
Caracollera	627,90	247,5	14,9
Almadenejos-Almaden	475,69	272,9	25,4
Km. 281,8 Alamillo	393,40	281,8	8,9
Km. 288,9 Chillón	376,00	288,9	7,1
Guadalmez-Los Pedroches	363,00	294,3	5,4
Km. 309,2 Belalcázar	350,60	309,2	14,9
Cabeza del Buey	509,10	325,3	16,1
Almorchón	539,78	331,7	6,4
Km. 344,3 El Quintillo	511,80	344,3	12,6
Castuera	462,16	356,0	11,7
Campanario (Apd)	371,18	374,8	18,8
Magacela (Apd)	308,45	385,1	10,3
Villanueva de la Serena	297,17	394,1	9,0
Don Benito	270,68	400,2	6,1
Medellín (Apd)	244,32	410,6	10,4
Valdetorres (Apd)	243,40	419,4	8,8
Bioenergética Extremeña	245,00	421,7	2,3
Guareña	247,63	424,9	3,2
Villagonzalo (Apd)	226,60	432,7	7,8
Zarza de Alanje (Apd)	226,63	436,6	3,9
Don Álvaro (Apd)	232,61	440,0	3,4
MÉRIDA	217,54	453,0	13,0
Aljucén	209,60	459,1	6,1
La Garrovilla	205,00	465,8	6,7
Garrovilla-Las Vegas (Apd)	205,00	466,1	0,3
Torremayor (Apd)	200,30	471,5	5,4
Montijo	198,60	476,6	5,1
Montijo-El Molino (Apd)	198,60	478,4	1,8
Guadiana	191,20	484,6	6,2
El Fresnal	182,36	494,3	9,7
Gévora	180,00	505,6	11,3
BADAJOZ	184,00	512,3	6,7
Frontera portuguesa	194,15	517,6	5,3

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

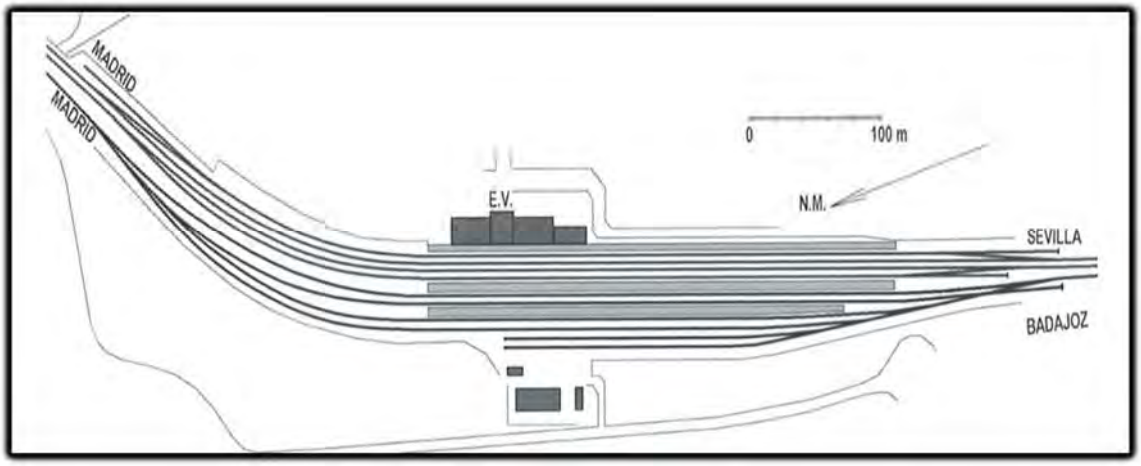
Se describen a continuación una por una, cada cada de las estaciones aportando su ubicación por PK y altitud, una pequeña reseña histórica, un esquema evolutivo de cada estación y una fotografía de cada una.

2.9.4.1.- Puertollano. PK 213/700. Altitud 709,32 m

Estación mediana que a los pocos años de empezar a funcionar acabó convirtiéndose en uno de los puntos más importantes de toda la línea Ciudad Real-Badajoz, al descubrirse en la década de 1870 grandes yacimientos de hulla, lo que transformó el pueblo en ciudad y en importante centro minero.

La nueva estación de Puertollano presta servicio comercial de viajeros a las líneas del AVE y Renfe Operadora con unas instalaciones sencillas desde 1992.

Gráfico 135. Esquema de la estación de Puertollano. Ciudad Real [58]



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 186. Automotor R-598 de Puertollano a Badajoz y Avant S-104-901-4 de Puertollano a Madrid. Estación de Puertollano. Ciudad Real

Fuente: Alejandro Vozmediano

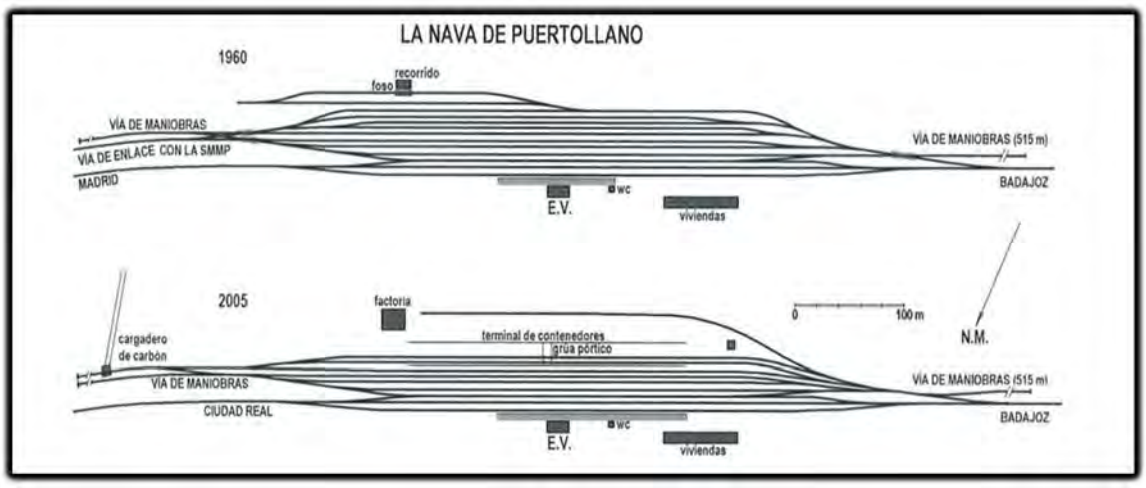
[58] Juan Pedro Esteve García. El Ferrocarril Madrid-Ciudad Real-Badajoz. Historia del primer acceso ferroviario a Portugal.

2.9.4.2.- La Nava de Puertollano. PK 217/000. Altitud 693.17 m

Estación de clasificación de mercancías cuyo desarrollo se debe a la imposibilidad material de ampliar la playa de vías de Puertollano y a la necesidad de dar mejor servicio a la gran cantidad de minas cercanas.

La estación de la Nava de Puertollano tuvo siempre unas amplias instalaciones para el estacionamiento de trenes de mercancías con un haz de ocho vías de gran longitud. Cuando se instaló la terminal de contenedores se aprovechó la mayor parte de las vías existentes.

Gráfico 136. Evolución y esquema de la estación de la Nava de Puertollano. Ciudad Real



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 187. Estación de La Nava de Puertollano. Ciudad Real

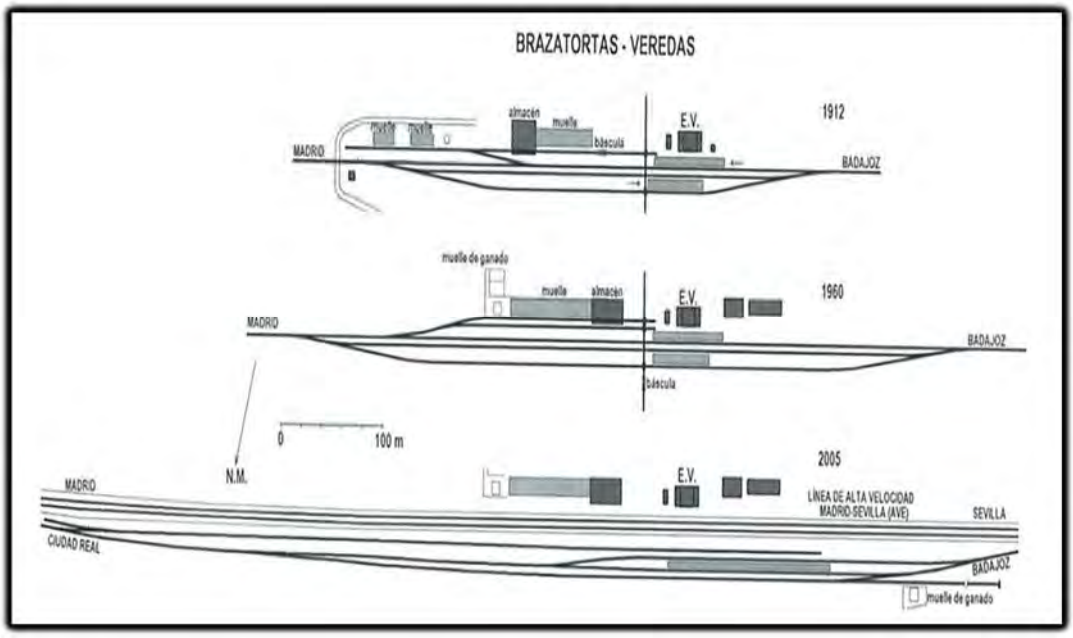
Fuente: Alejandro Vozmediano

2.9.4.3.- Brazatortas-Veredas. PK 232/600. Altitud 713.94 m

Brazatortas es la estación donde se produce la bifurcación de la línea de Alta Velocidad (Madrid-Andalucía) y la convencional (Puertollano-Badajoz). Las vías del AVE pasan ahora junto al edificio de viajeros, que está separado por ellas de las vías de ancho convencional, a las que los viajeros acceden por medio de un paso inferior.

La estación de Brazatortas tuvo que ser ampliada desde su disposición primitiva a la de 1960 para poder dar servicio a la trashumancia con la construcción de un muelle para el ganado. Desde 1992, el AVE ocupó terrenos de la playa de vías y hubo que hacer unas nuevas que quedan separadas del edificio de viajeros por la línea de alta velocidad. El esquema es el siguiente:

Gráfico 137. Evolución y esquema de la estación de Brazatortas-Veredas. Ciudad Real



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 188. Fachada de la estación de viajeros de Brazatortas-Veredas. Ciudad Real

Fuente: Alejandro Vozmediano

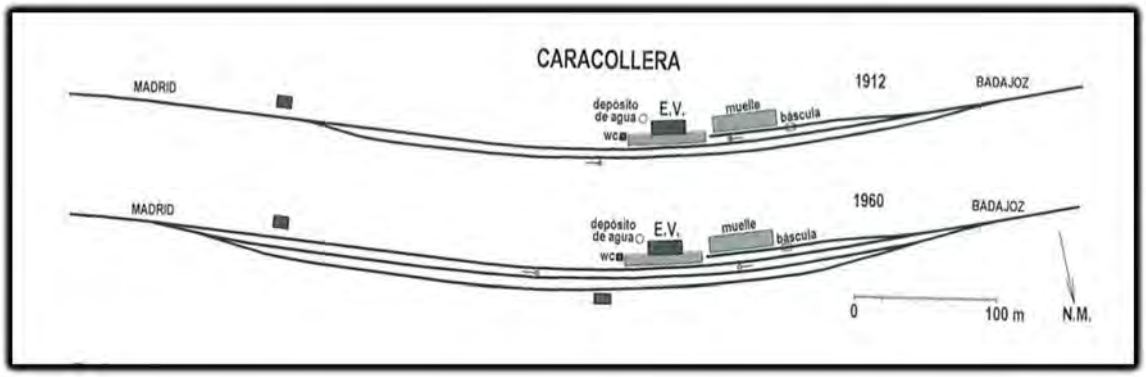
2.9.4.4.- Caracollera. PK 247/500. Altitud 627,90 m

Estación simple con vía de sobrepaso y de muelle a la que posteriormente se añadió una segunda de sobrepaso. El edificio de viajeros solo tiene una planta y es posterior a la inauguración de la línea, siendo construido entre 1872 y 1880.

La estación se encuentra en perfecto estado de uso, con personal de Renfe. Tienen vías de cruce y estacionamiento, sin embargo, actualmente es una estación sin parada de trenes.

En Caracollera se prolongó la vía de sobrepaso y se añadió una segunda en tiempos de Renfe. El esquema es el siguiente:

Gráfico 138. Evolución y esquema de la estación de Caracollera. Ciudad Real



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 189. Estación de Caracollera. Ciudad Real

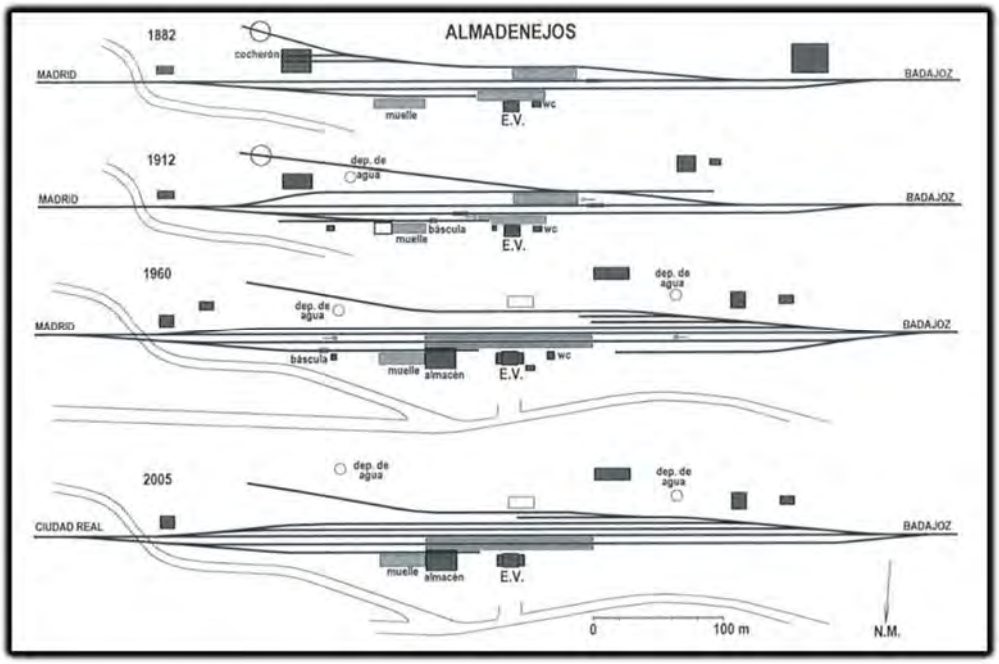
Fuente: Narciso Rodríguez Montilla

2.9.4.5.- Almadenejos-Almadén. PK 272/900. Altitud 475,69 m

El ferrocarril pasa bastante apartado de la población de Almadén, que poseía una de las minas de mercurio más importantes de Europa. En 2002 las minas fueron desactivadas debido a la caída del precio del mercurio en el mercado internacional y a la reducción de su uso por su elevada toxicidad.

La estación de Almadenejos ha sufrido muchas modificaciones a lo largo de su historia. El esquema es el siguiente:

Gráfico 139. Evolución y esquema de la estación de Almadenejos



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 190. Estación de Almadenejos-Alamdén. Ciudad Real

Fuente: Alejandro Vozmediano

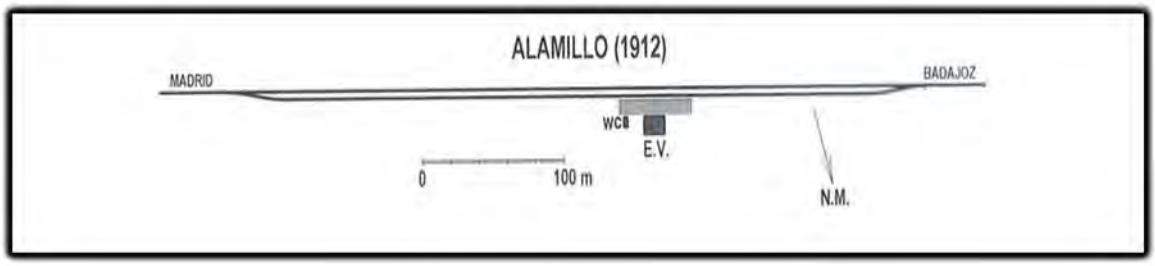
2.9.4.6.- Alamillo. PK 281/800. Altitud 393 m

Alamillo es un apartadero técnico de MZA surgido con una vía de sobrepaso y sin instalaciones de mercancías.

Actualmente el edificio está en ruinas y sin ninguna actividad. Los trenes no realizan ninguna parada sobre esta estación y no dispone de vías de cruce o estacionamiento.

El esquema es el siguiente:

Gráfico 140. Esquema de la estación del Alamillo. Ciudad Real



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 191. Estado actual de la estación abandonada del Alamillo. Ciudad Real

Fuente: Juan de Mata Sánchez Aragón

2.9.4.7.- Chillón. PK 288,9. Altitud 376 m

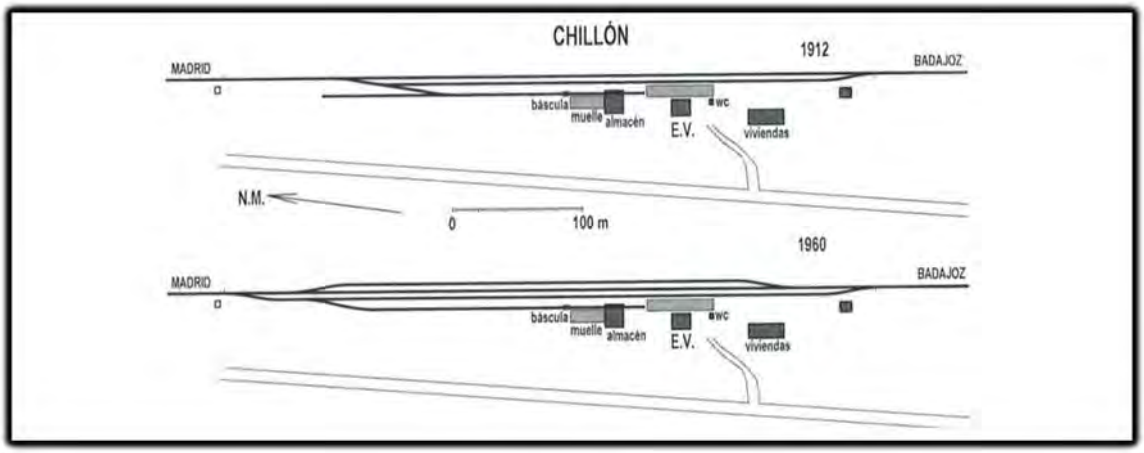
Chillón es la antigua estación de Almadén, bautizada así por el **CRB** porque a pesar de hallarse en mitad del campo, su inmediatez a la carretera general (Talevera de la Reina a Córdoba) la acercaba relativamente a la población de las minas.

Fotografía 192. Estación abandonada de Chillón. Ciudad Real

Fuente: ChaCal J.

Entre 1870 y 1882 se suprimió el nombre de Almadén, que pasó a engrosarse en el de la estación de Almadenejos, y se le denominó Chillón. En 1969 se reconvirtió en apeadero sin personal. Se trata de un apeadero abandonado, sin paradas de trenes y sin vías de cruce o estacionamiento. El esquema es el siguiente:

Gráfico 141. Evolución y esquema de la estación de Chillón



Fuente: Pedro Pintado Quintana

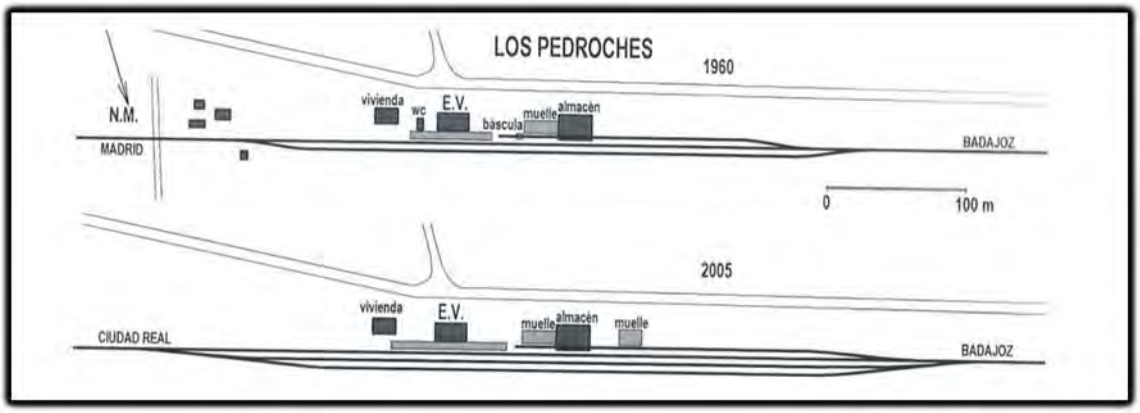
2.9.4.8.- Guadálmez- Los Pedroches. PK 294/300. Altitud 363 m

Se trata de una instalación similar a la de Caracollera. Está situada a 7 km por carretera del pueblo de Guadálmez y a 16 km de Almadén, con dos vías de sobrepaso y otra de muelle.

Dispone de una vía segunda con un andén metálico, situado entre esta vía y la más alejada del edificio, para posibilitar la subida y bajada de viajeros cuando se realiza el cruce de dos trenes regionales.

La estación se encuentra en servicio y dispone de personal que la mantiene.

Gráfico 142. Evolución y esquema de la estación del Guadálmez-Los Pedroches. Ciudad Real



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 193. Estación de Guadálmez-Los Pedroches. Ciudad Real

Fuente: Antonio E. Martín Miranda

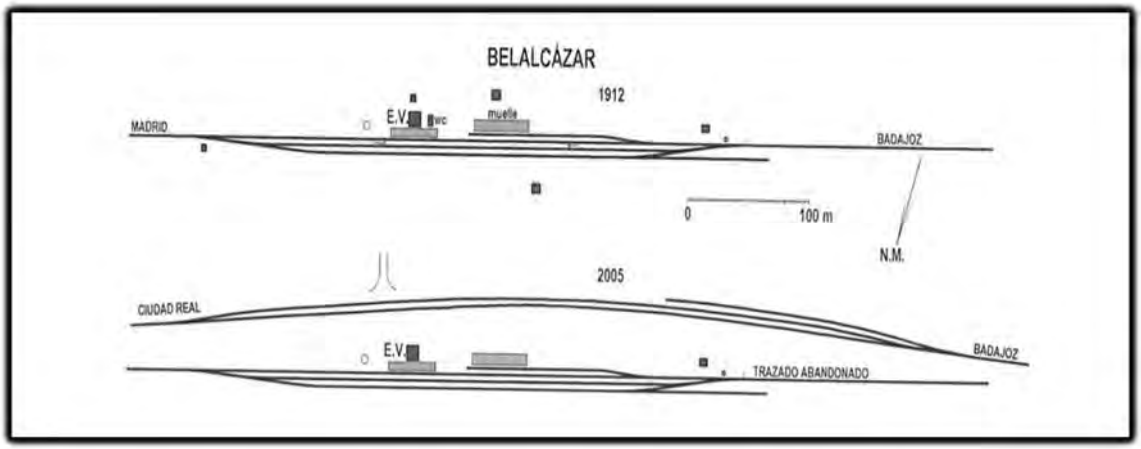
2.9.4.9.- Belalcázar. PK 309/200. Altitud 350 m

Belalcázar se encuentra en la provincia de Córdoba. Por tanto se trata de la única de las estaciones del Madrid-Badajoz que lleva el nombre de una población andaluza.

En 1980 se produce su cierre y se convierte en apeadero.

Actualmente está abandonado, no tiene parada de trenes y no dispone de vías de cruce o estacionamiento. El esquema es el siguiente:

Gráfico 143. Evolución y esquema de la estación de Belalcázar. Córdoba



Fuente: Pedro Pintado Quintana

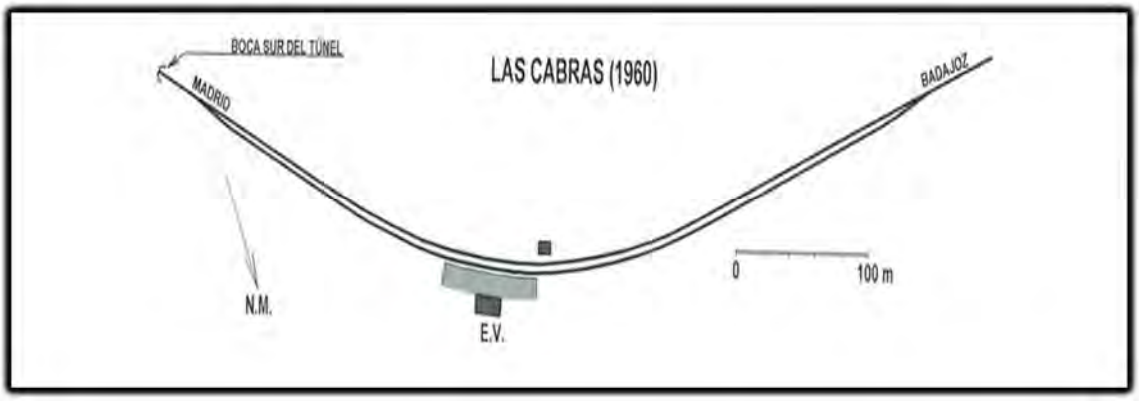
Fotografía 194. Estación de Belalcázar. Córdoba

Fuente: E. López

2.9.4.10.-Las Cabras. P.K: 318/500. Altitud 458,87 m

Se trata de un apartadero técnico de cruce surgido en 1921 en el Municipio de Zarza Capilla (Badajoz) como punto de bloqueo, con vía de sobrepaso, junto a la boca lado Badajoz del túnel de igual nombre. El apartadero permaneció en servicio hasta 1967, hoy se encuentra abandonado y sólo quedan las paredes del edificio. El esquema es el siguiente:

Gráfico 144. Esquema del apeadero de Las Cabras. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 195. Estación abandonada de las Cabras. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.9.4.11.-Cabeza del Buey. PK 325/300. Altitud: 509,10 m

Es una estación de importancia en el extremo oriental de la provincia de Badajoz y punto tradicional de término de trenes locales procedentes de la capital.

Se mantiene personal en la estación y junto al muelle de mercancías tiene su base una dresina de Vía y Obras para mantenimiento de las instalaciones entre Puertollano y Mérida.

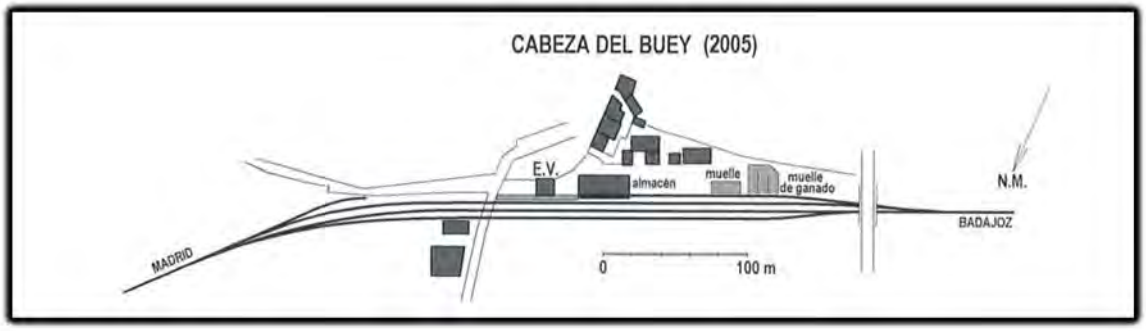
Los únicos cambios significativos en la estación de Cabeza del Buey desde su origen hasta la actualidad, han sido la supresión de la vía transversal en la zona del muelle de mercancías y la instalación de una vía muerta por la banda de Madrid.

Actualmente dispone de vía de cruce para el adelantamiento y estacionamiento de trenes.

Fotografía 196. . Estación de Cabeza del Buey. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

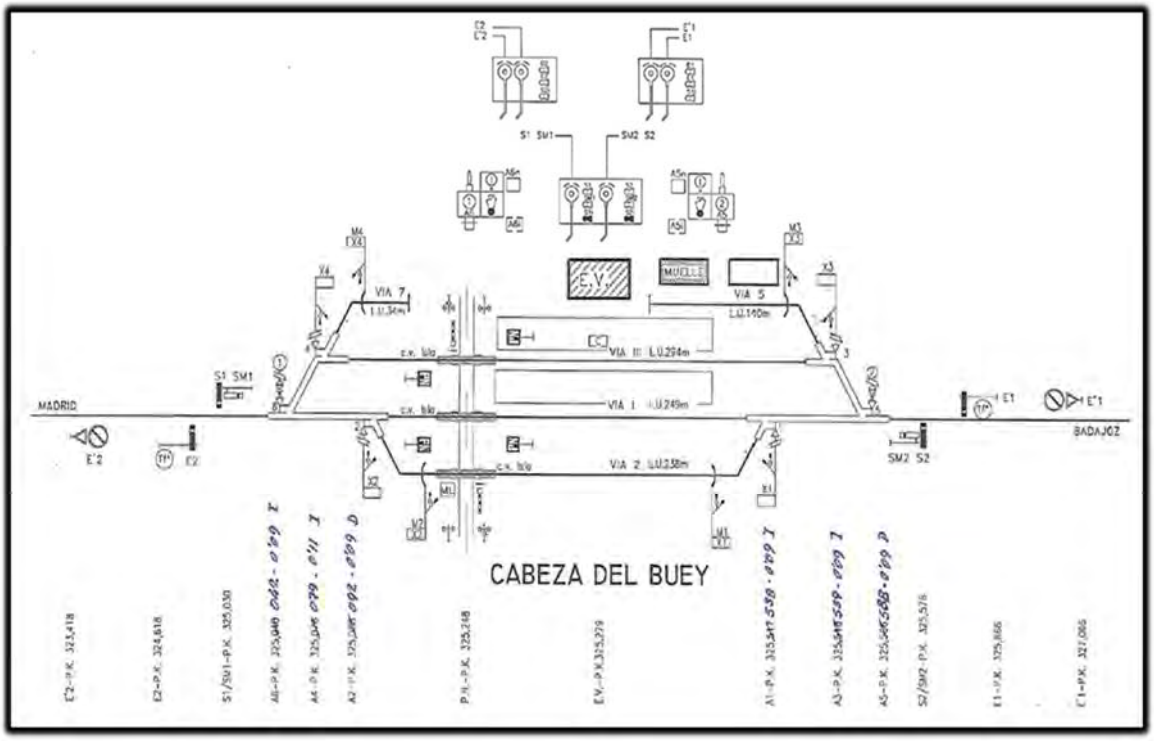
Gráfico 145. Esquema de la estación de Cabeza del Buey. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

El esquema de la señalización y vías es el siguiente:

Gráfico 146. Esquema de señalización y vías de la estación de Cabeza del Buey. PK 325/300. Badajoz



Fuente: Adif

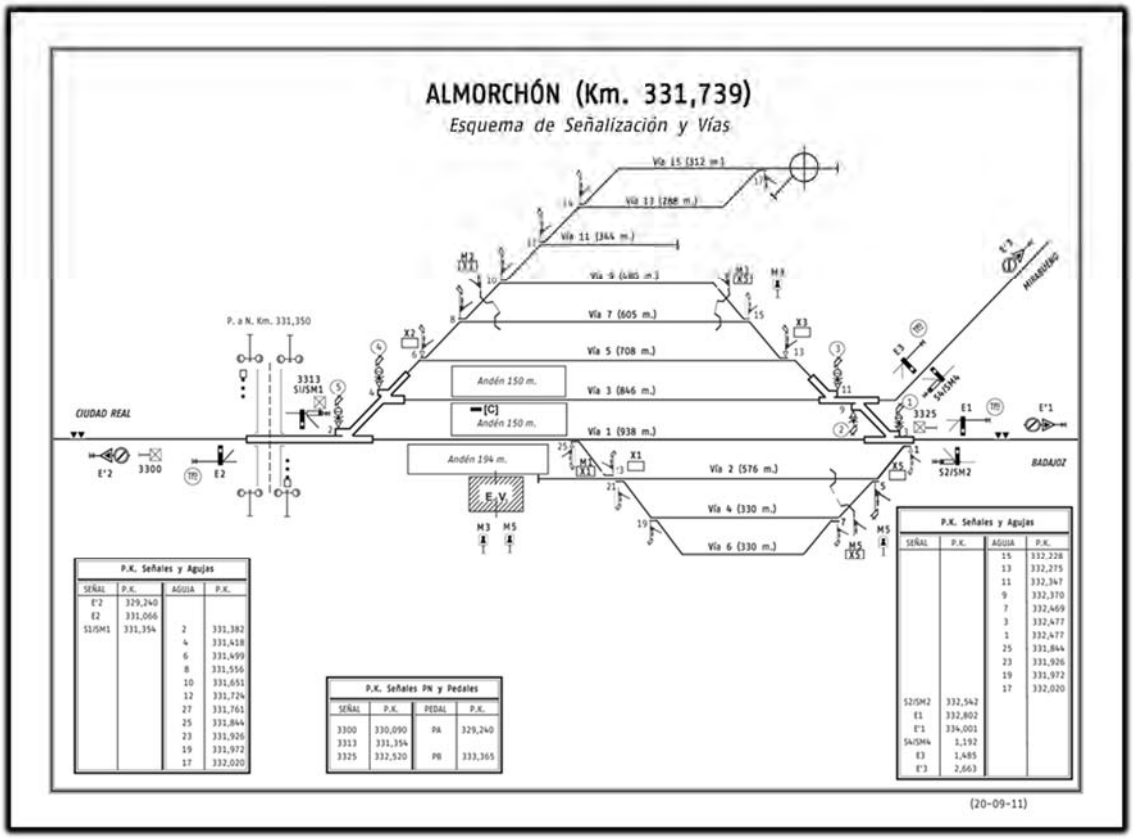
2.9.4.12.-Almorchón. PK 331/700. Altitud 539,78 m

Almorchón es la principal de las estaciones ubicadas en el municipio de Cabeza del Buey, dado su carácter de bifurcación hacia la cercana provincia de Córdoba. Dentro de la línea tiene unas instalaciones sólo comparables a las de Badajoz, Ciudad Real o Madrid, contando con puente giratorio, reserva de locomotoras y un poblado de viviendas de ferroviarios.

En el edificio de viajeros sigue funcionando el bar donde se reúnen los miembros de la Asociación de Vecinos de la localidad.

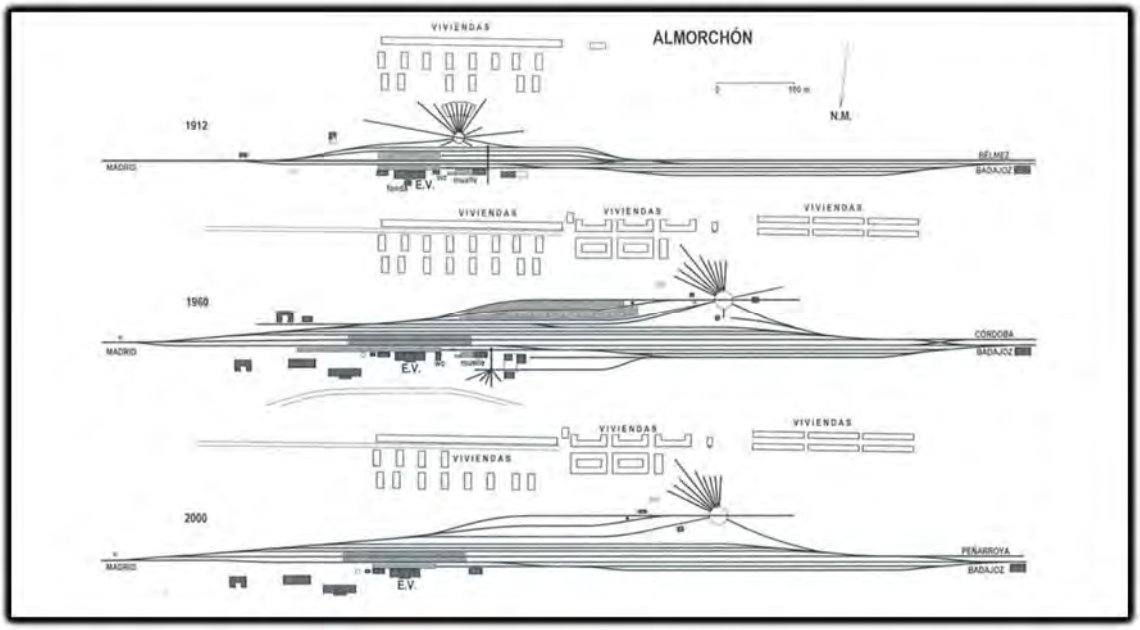
La evolución, esquema y tipo de señalización de las vías son los siguientes:

Gráfico 147. Esquema de la estación de Almorchón. PK 331/739. Badajoz



Fuente: Adif

Gráfico 148. Evolución y esquema de la estación de Almorchón. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 197. Estación de Almorchón. Badajoz

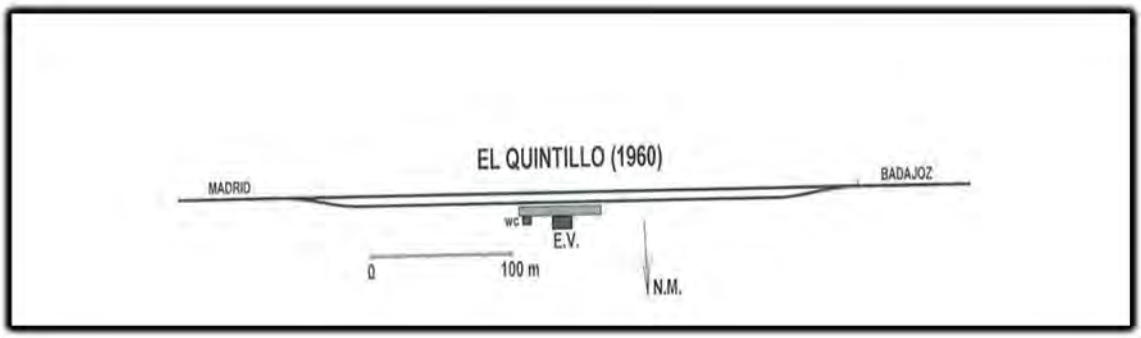
Fuente: Alejandro Vozmediano

2.9.4.13.-El Quintillo. PK 344/300. Altitud 512 m

Es un apartadero técnico con vía de sobrepaso, situado en despoblado, proyectado en 1916 y puesto en servicio para hacer cruces el 7 de octubre de 1917. En 1969 quedó exclusivamente como apeadero. Actualmente no se produce parada de los trenes, ni dispone de vías para el cruce o estacionamiento de los trenes.

El esquema es el siguiente:

Gráfico 149. Evolución y esquema de la estación del Quintillo



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 198. Estación del Quintillo. Badajoz

Fuente: Antonio E. Mieanda

2.9.4.14.-Castuera. PK 356/000. Altitud 462,16 m

La estación tiene una situación muy buena, ya que está a menos de un kilómetro de las primeras casas de la población y a pocos metros de un silo.

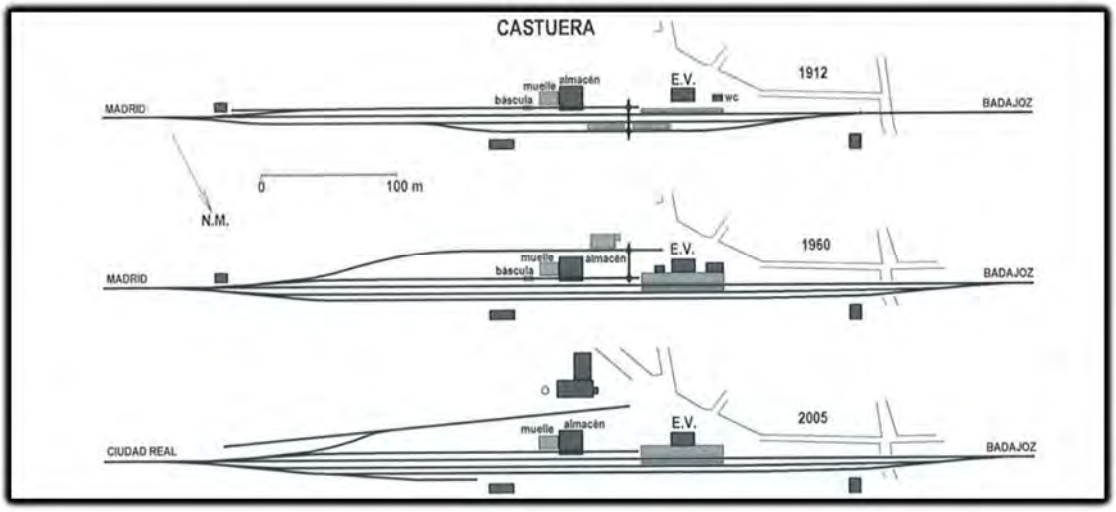
Su disposición de vías es bastante completa para una población de su tamaño (6.500 habitantes), permitiendo el embarque de ganado ovino con un muelle instalado al efecto a primeros del siglo XX.

El edificio cuenta con cuatro módulos de ventanas, lo que hace pensar que pudo ser objeto de algún tipo de ampliación. Actualmente se encuentra en uso y dispone de vía de cruce para el adelantamiento y estacionamiento de trenes.

Fotografía 199. Estación de Castuera. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Gráfico 150. Evolución y esquema de la estación de Castuera. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

2.9.4.15.-Quintana de la Serena. PK 364/094. Altitud: 375,10 m

Esta estación fue abierta en 1923 con un edificio similar al de los apartaderos de cruce y un muelle similar a los de la línea Valladolid-Ariza en el municipio de Castuera. Se encuentra a 7 km de la población de Quintana de la Serena.

Todas las vías secundarias fueron desmanteladas y actualmente no se produce parada de los trenes, ni dispone de vías para el cruce o estacionamiento de los trenes.

Gráfico 151. Esquema de la estación de Quintana de la Serena. Badajoz

Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 200. Estación de Quintana de la Serena

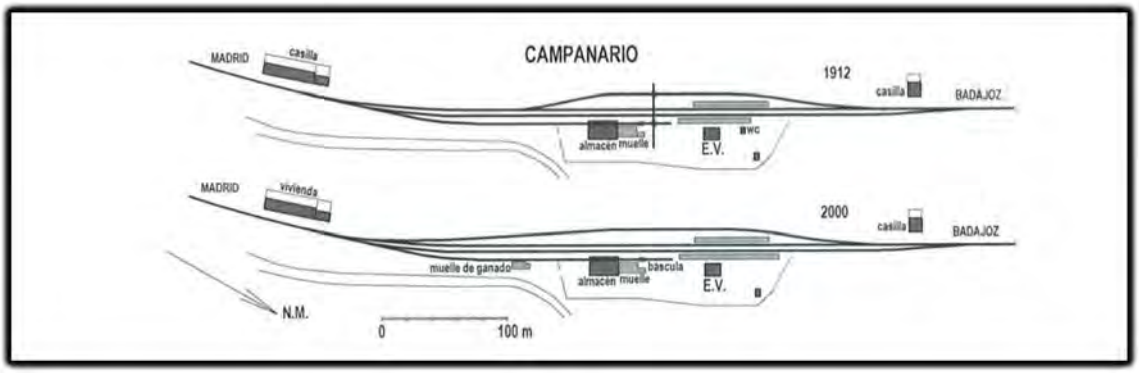
Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.9.4.16.-Campanario. PK 374/800. Altitud: 375,10 m

Esta es una estación bastante común dentro de lo que son las dependencias rurales de casi toda la red española de vía convencional. Se encuentra a 2 km del pueblo. El edificio de viajeros original era del tipo normalizado de la línea con tres aberturas en cada planta y en cada fachada principal al que, posteriormente, se le añadieron los cuerpos laterales de una planta con una abertura en cada fachada principal y la cubierta plana coronada por una terraza.

Actualmente es un apeadero con parada de trenes sin vías de cruce ni estacionamiento.

Gráfico 152. Evolución y esquema de la estación de Campanario. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

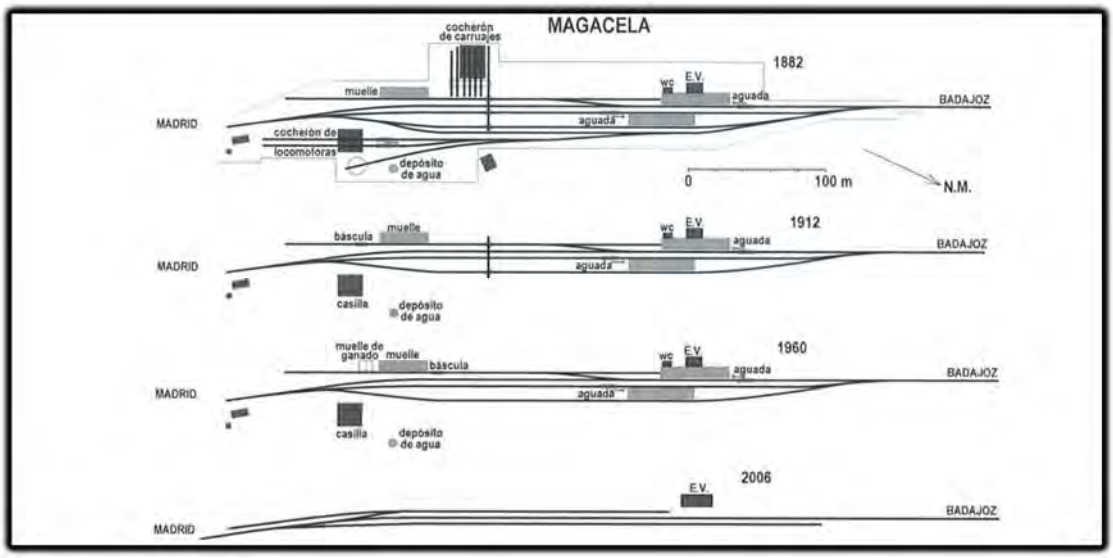
Fotografía 201. Estación de Campanario. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.9.4.17.-Magacela. PK 385/100. Altitud 308,45 m

Magacela fue entre agosto de 1865 y marzo de 1866, estación término de la línea procedente de Lisboa, y un importante centro neurálgico de las obras de terminación del ferrocarril. En la propia estación hubo instalaciones para el suministro de postes telegráficos, y en las proximidades había una cantera de granito de la que se surtieron varios edificios por la escasez de ladrillo. En la década de 1990 la estación fue rebajada a apeadero sin personal y luego suprimida dada su lejanía a lugares habitados ya que se halla a 5 km de Magacela y casi a 7 de La Coronada. Actualmente no se produce parada de los trenes, ni dispone de vías para el cruce o estacionamiento de los trenes.

Gráfico 153. Evolución y esquema de la estación de Magacela. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 202. Estación de Magacela. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

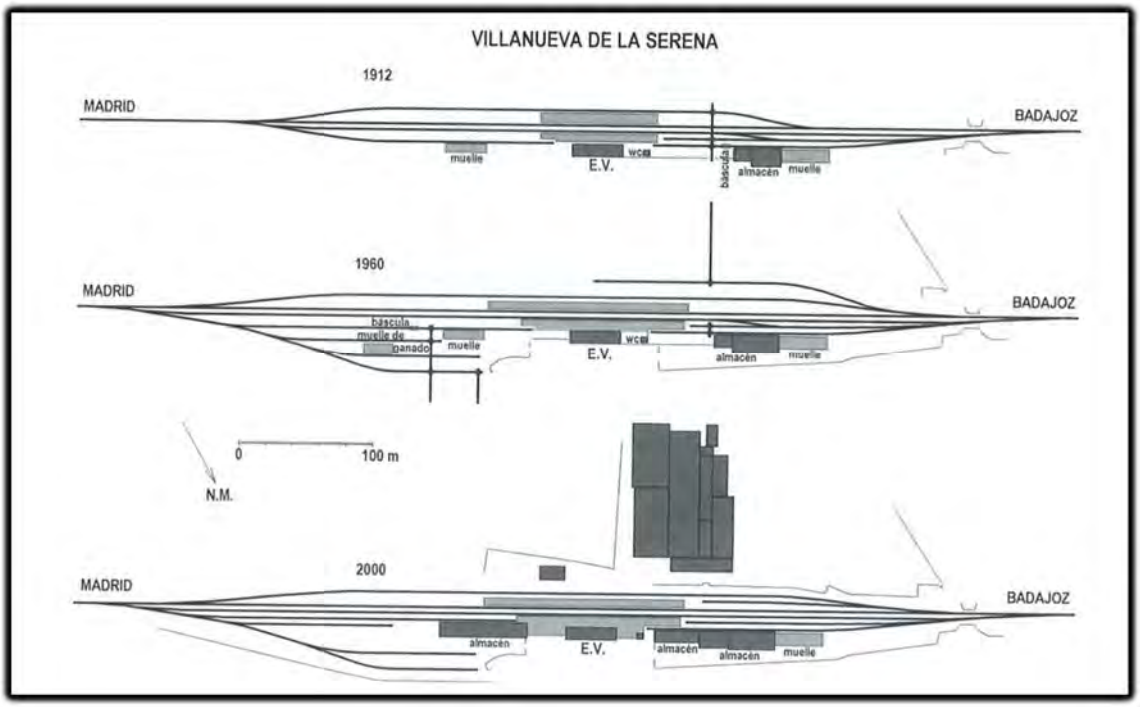
2.9.4.18.- Villanueva de la Serena. PK 394/100. Altitud 297,17 m

Viilanueva es la capital de la comarca de la Serena y, si bien su edificio de viajeros se halla muy reconvertido, ofrece una playa de vías algo más grande de lo habitual en las otras instalaciones intermedias Madrid-Badajoz, sobre todo teniendo en cuenta que entre 1927 y 1950 se hicieron varias ampliaciones para bifurcar el ferrocarril hacia Guadalupe y la sierra de Villuercas.

Villanueva cuenta con dos muelles de mercancías, uno por el lado Badajoz, original de MZA y bastante alargado, y otro del lado Madrid, previsto para el FFCC de La Jara que entraba por el lado Badajoz.

Los esquemas de evolución y señalización de las vías son los siguientes:

Gráfico 154. Evolución y esquema de la estación de Villanueva de la Serena. Badajoz

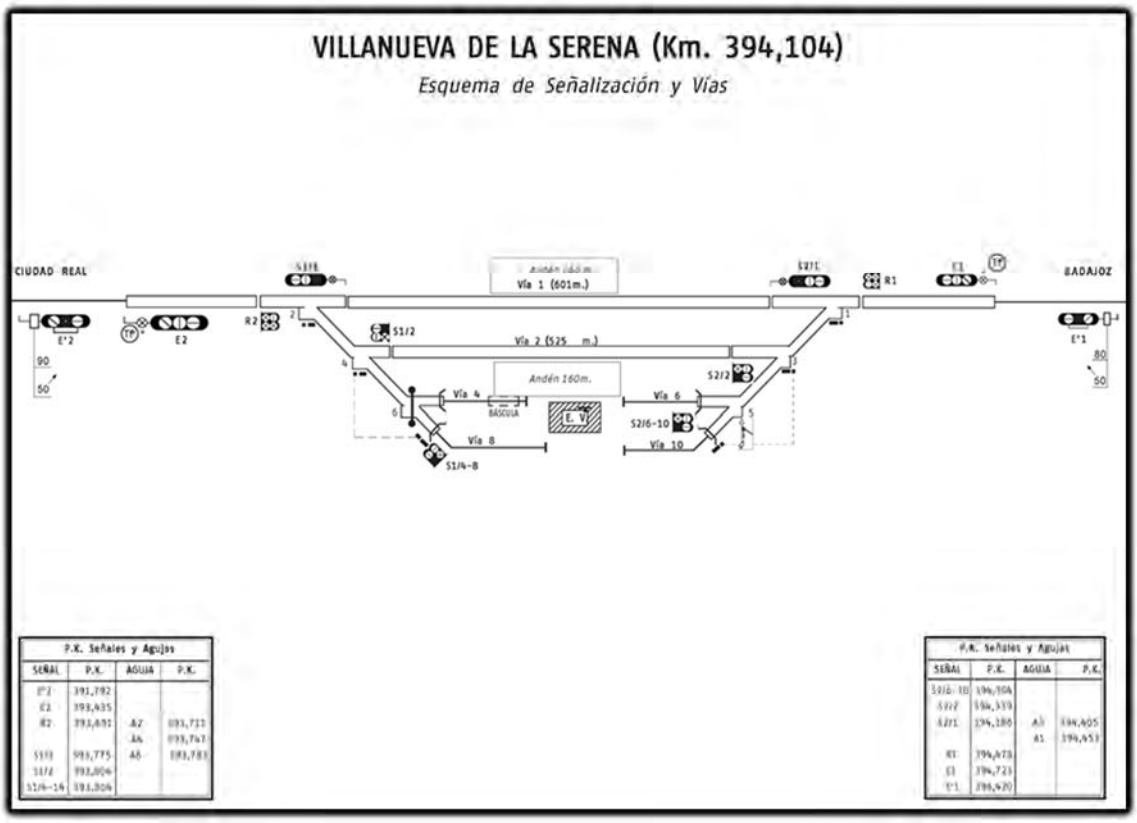


Fuente: Pedro Pintado Quintana

Actualmente la estación se encuentra en uso y dispone de vía de cruce para el adelantamiento y estacionamiento de trenes.

Existen dos Regional Expres ida y vuelta diarios, que realizan el recorrido Badajoz-Villanueva de la Serena. Además en esta estación también para el Regional Expres (ida y vuelta) de Cabeza del Buey y los 2 Intercity (ida y vuelta) que van a Puertollano.

Gráfico 155. Esquema de la estación de Villanueva de la Serena. PK 394/104. Badajoz



Fuente: Adif

Fotografía 203. Automotor R-598 estacionado en la estación de Villanueva de la Serena. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.9.4.19.-Don Benito. PK 400/200. Altitud 270,48 m

Don Benito presume de ser el pueblo más grande de la provincia más grande de España. A solo 6 km de Villanueva de la Serena, ambas poblaciones constituyen en la actualidad una especie de ciudad bipolar, compartiendo diversos equipamientos sociales.

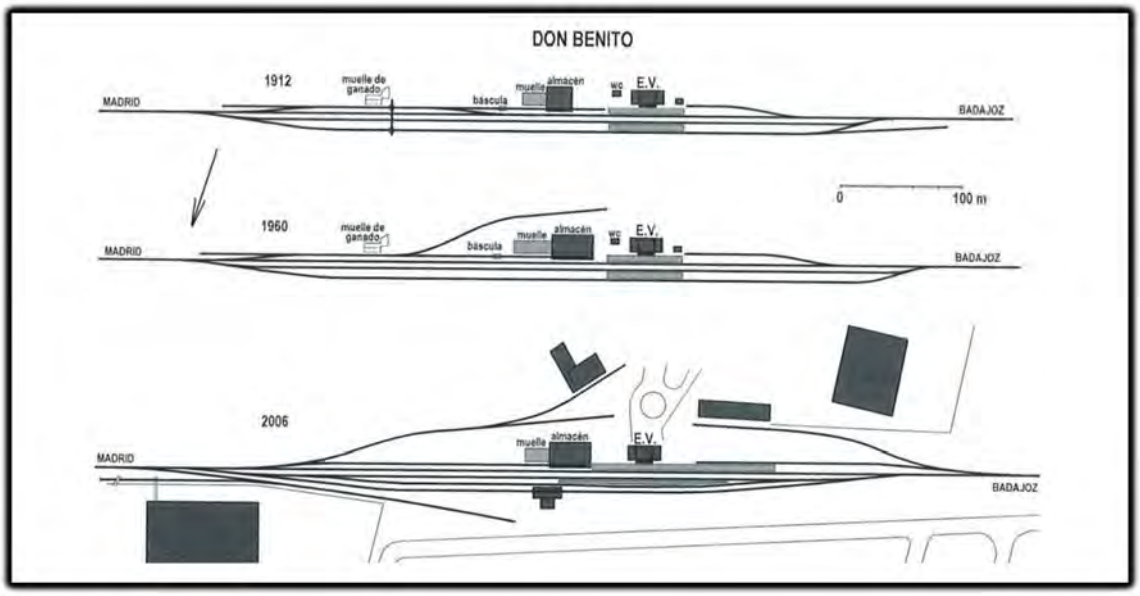
El edificio actual de viajeros es el original de la construcción de la línea y corresponde con el tipo normalizado para las estaciones de segunda categoría, con un cuerpo central de dos plantas con cubierta a cuatro aguas y dos laterales con cubiertas a dos aguas. La planta rectangular mide 26 m de largo y 9 m de ancho.

Actualmente existe un apartadero para Mercoguadiana.

Fotografía 204. Apartadero de Mercoguadiana en Don Benito. Badajoz

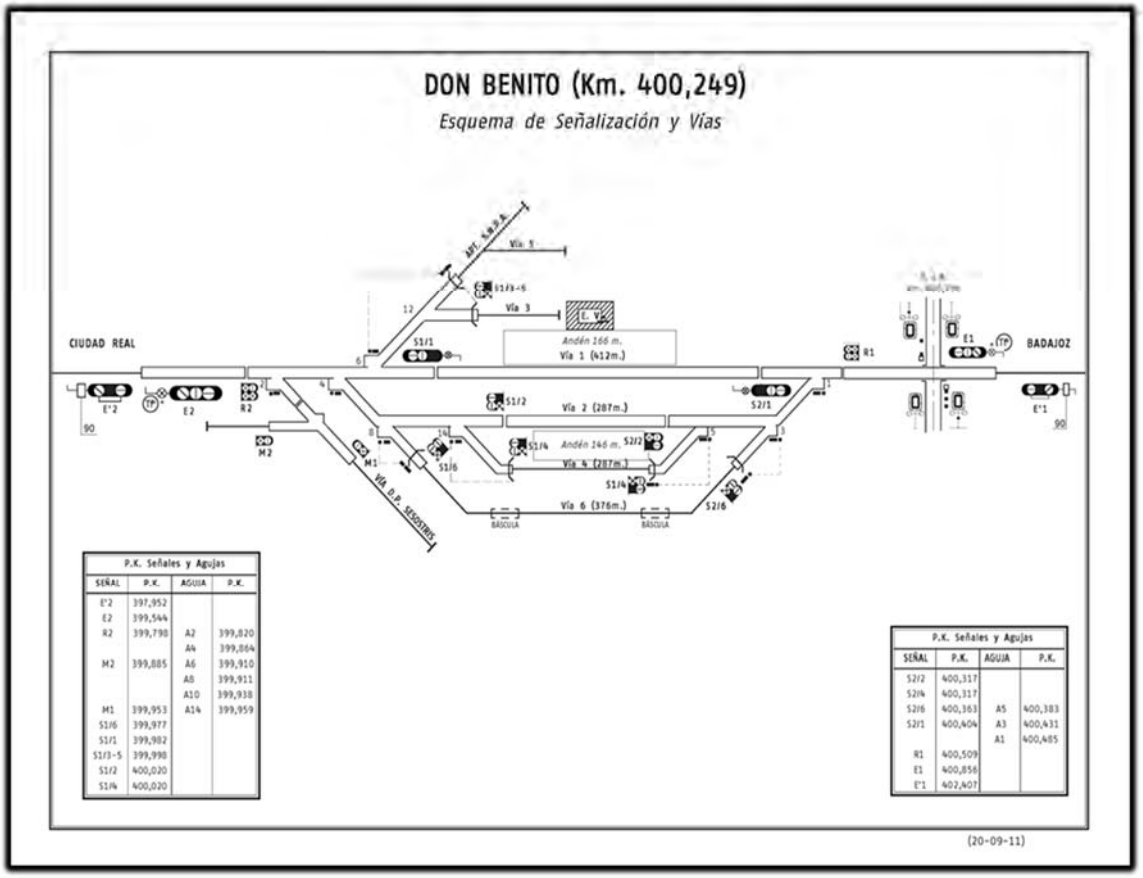
Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Gráfico 156. Evolución y esquema de la estación de Don Benito. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Gráfico 157. Esquema de la estación de Don Benito. PK 400/249. Badajoz



Fuente: Adif

Al igual que Villanueva, la estación de Don Benito se encuentra en uso y dispone de vía de cruce para el adelantamiento y estacionamiento de trenes.

En esta estación también se realizan las mismas paradas que en la de Villanueva de la Serena, es decir los 3 Regionales Expres (ida y vuelta) y los dos Intercity (ida y vuelta) diarios.

Fotografía 205. Estación de Don Benito. Badajoz

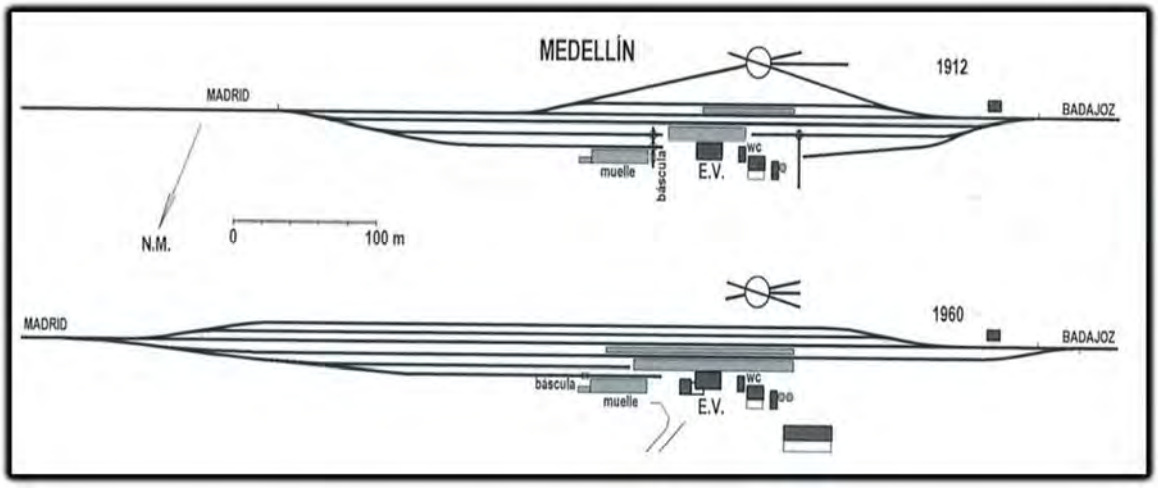
Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.9.4.20.-Medellín. PK 410/600. Altitud 244,32 m

La estación de esta población tardó bastantes años en tener edificio de viajeros definitivo, que pasó a completar las estaciones ya existentes como la aguada y el puente giratorio.

Esta estación fue reclasificada como apeadero con personal en 1983 para posteriormente quedar abandonada y en estado de ruina, permaneciendo las vías secundarias montadas pero con los cambios de la vía general levantados.

Gráfico 158. Evolución y esquema de la estación de Medellín



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Actualmente no tiene más que la vía general, no se realizan paradas de trenes y no dispone de vías para cruce o estacionamiento.

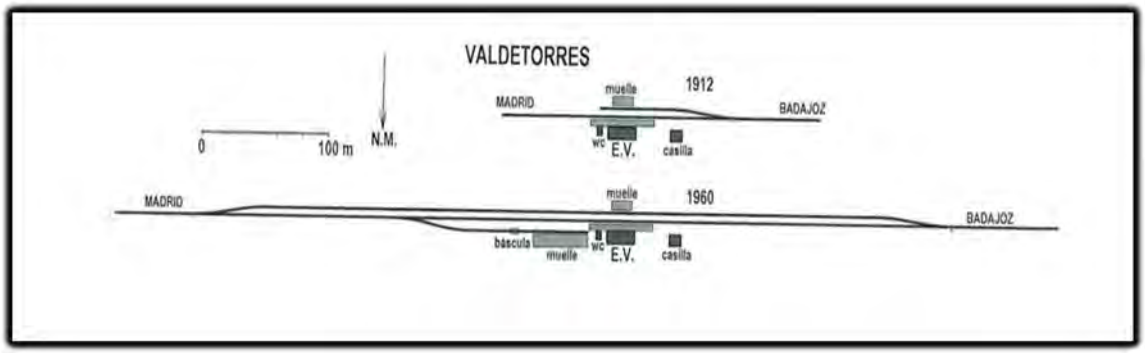
Fotografía 206. Estación abandonada de Medellín. Badajoz

Fuente: Aitana

2.9.4.21.-Valdetorres. PK 419/400. Altitud 243 m

Valdetorres era una dependencia con unas instalaciones relativamente simples, junto al mismo pueblo, con edificio de viajeros de una sola planta, con 4 puertas en su fachada a la vía, y que apenas destaca del edificio de la casilla que hay unos metros hacia Badajoz. Actualmente Valdetorres tiene un apeadero con parada de trenes sin vías de cruce ni estacionamiento.

Gráfico 159. Evolución y esquema de la estación de Valdetorres. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 207. Estación de Valdetorres. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

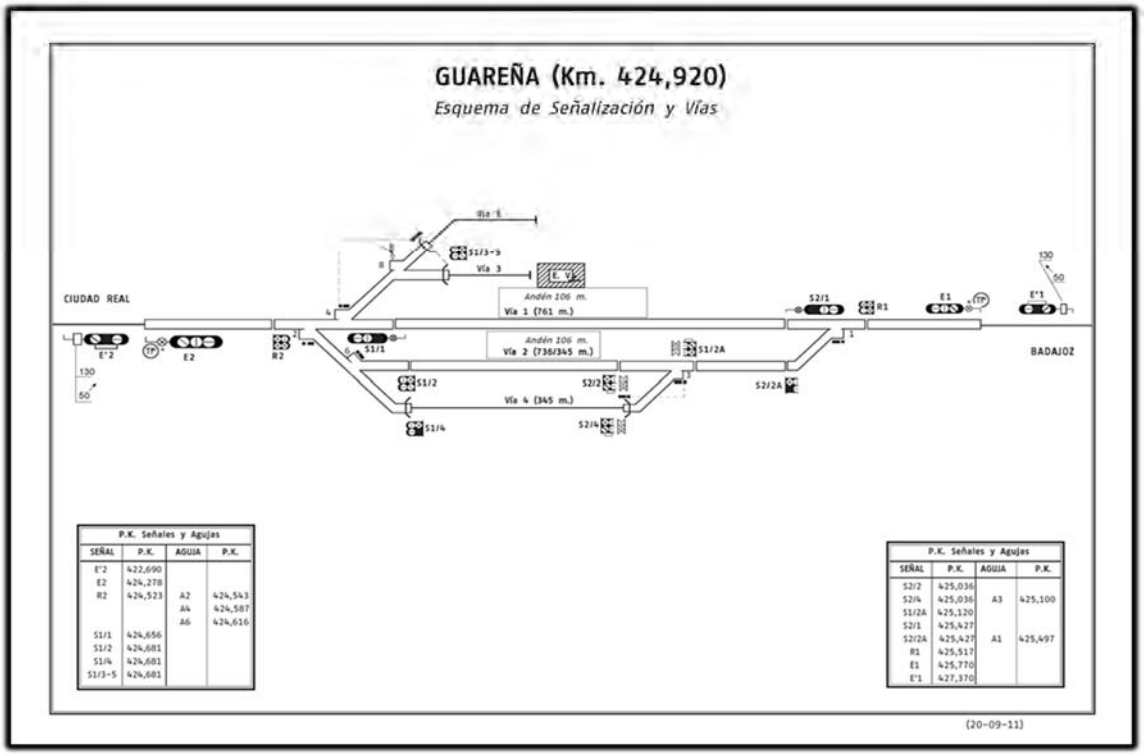
2.9.4.22.-Guareña. PK 424/900. Altitud 247,63 m

La estación está situada a 5 km del pueblo que le da nombre, tiene dos vías de sobrepaso, una de muelle y otra de playa.

Se trata de una estación que está en uso y cuenta con personal asignado de Renfe. Tiene parada de trenes y vía de cruce permitiendo el adelantamiento o estacionamiento de los trenes.

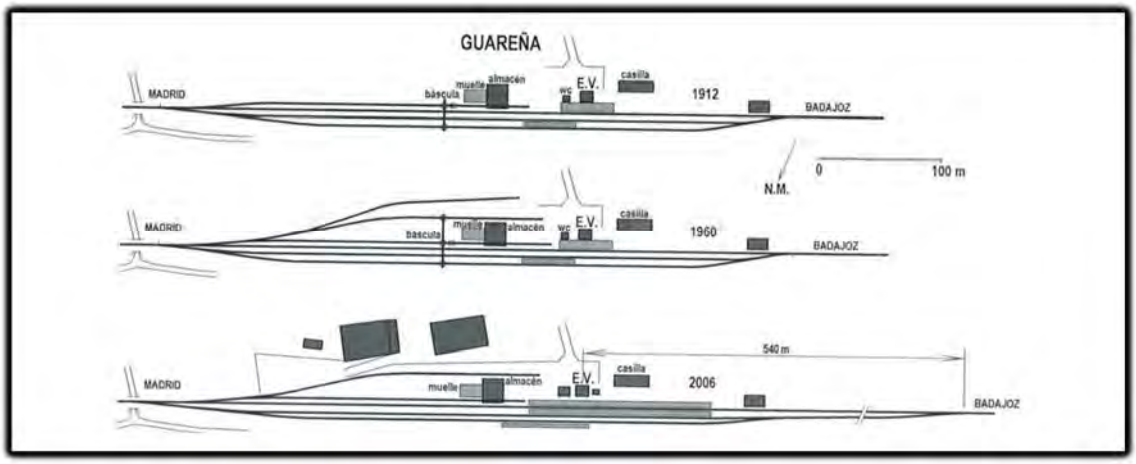
Los esquemas de señalización y evolución histórica son los siguientes:

Gráfico 160. Esquema de la estación de Guareña. PK 424/920. Badajoz



Fuente: Adif

Gráfico 161. Evolución y esquema de la estación de Guareña. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 208. Estación de Guareña

Fuente: Antonio E. Martín Miranda

2.9.4.23.- Villangozalo. PK 432/700. Altitud 226,60 m

Esta estación se sitúa junto al pueblo y cerca del río Guadiana, del que tomaba agua para las locomotoras, con dos vías de sobrepaso y una de muelle por el lado Madrid, dotada de un escape para facilitar las maniobras.

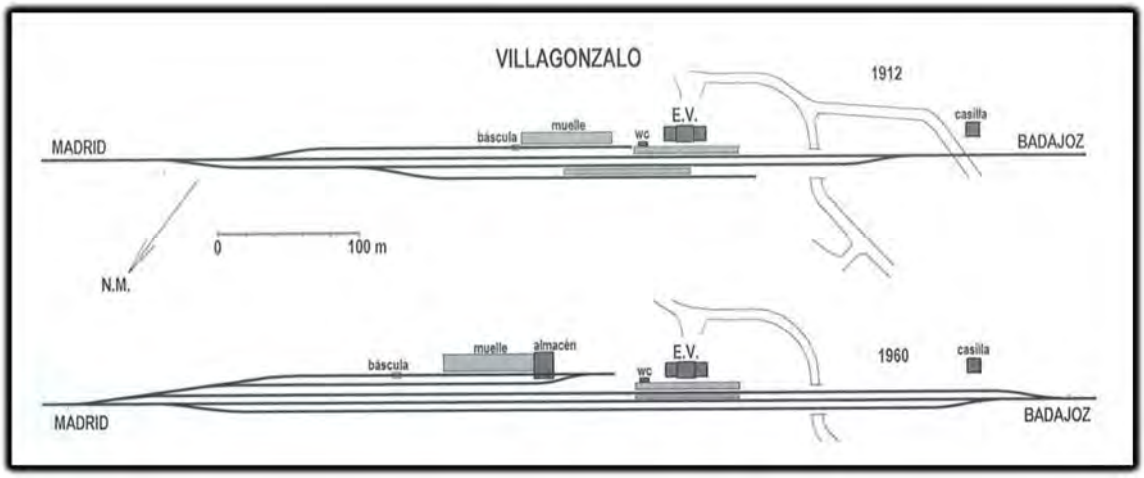
El edificio de viajeros era originalmente normalizado de tercera clase, es decir, dos plantas con cubierta a dos aguas, con 3 puertas en cada fachada de la planta baja y 3 ventanas en la planta alta.

Recientemente se le han desmantelado a la estación los cambios de acceso a las vías secundarias que han quedado sin uso. Se trata ya de un apeadero sin parada de tren y sin vías de cruce o estacionamiento.

Fotografía 209. Apeadero actualmente sin servicio de Villagonzalo. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Gráfico 162. Evoluación y esquema de la estación de Villagonzalo. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

2.9.4.24.-Zarza de Alange. PK 436/600. Altitud 227,00 m

Zarza de Alange era una casilla-apeadero con su correspondiente andén, de 40 metros de longitud en tiempos de CRB y poco más largo en la actualidad, junto al puente sobre el río Guadiana. El apeadero llegó a estar dotado de personal durante gran parte de su vida activa, incluso contaba con telégrafo.

El edificio de viajeros era de una sola planta de forma rectangular de 6,80 m x 8,80 m, con cubierta a dos aguas paralela a la vía. Actualmente se ha demolido. Se trata ya de un apeadero sin parada de tren y sin vías de cruce o estacionamiento.

Fotografía 210. Ubicación de la antigua estación de Zarza de Alange. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.9.4.25.-Don Álvaro. PK 440/000. Altitud 232,61 m

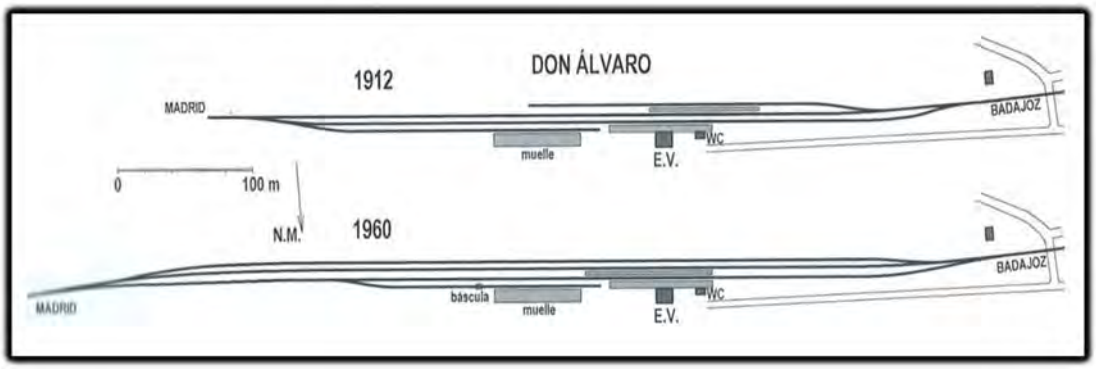
Como otras muchas estaciones de las comunes, Don Alvaro contaba inicialmente con una vía de sobrepaso, una de muelle y una vía de apartado accesible por la banda de Badajoz, que terminaba en topera situada junto a la vía de sobrepaso pero separada de ella por un segundo andén.

El edificio de 2 plantas, de base rectangular de 12 x 9 m, corresponde con el tipo normalizado para los tercera clase entre Ciudad Real-Badajoz.

Entre 1964 y 1967 fue rebajada a la categoría de apeadero.

Actualmente no se producen paradas de tren ni se tienen vías para el estacionamiento o adelantamiento de los trenes. El esquema de la estación es el siguiente:

Gráfico 163. Evolución y esquema de la estación de D.Alvaro. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 211. Vista actual de la línea férrea donde se encontraba la estación de Don Álvaro. Badajoz

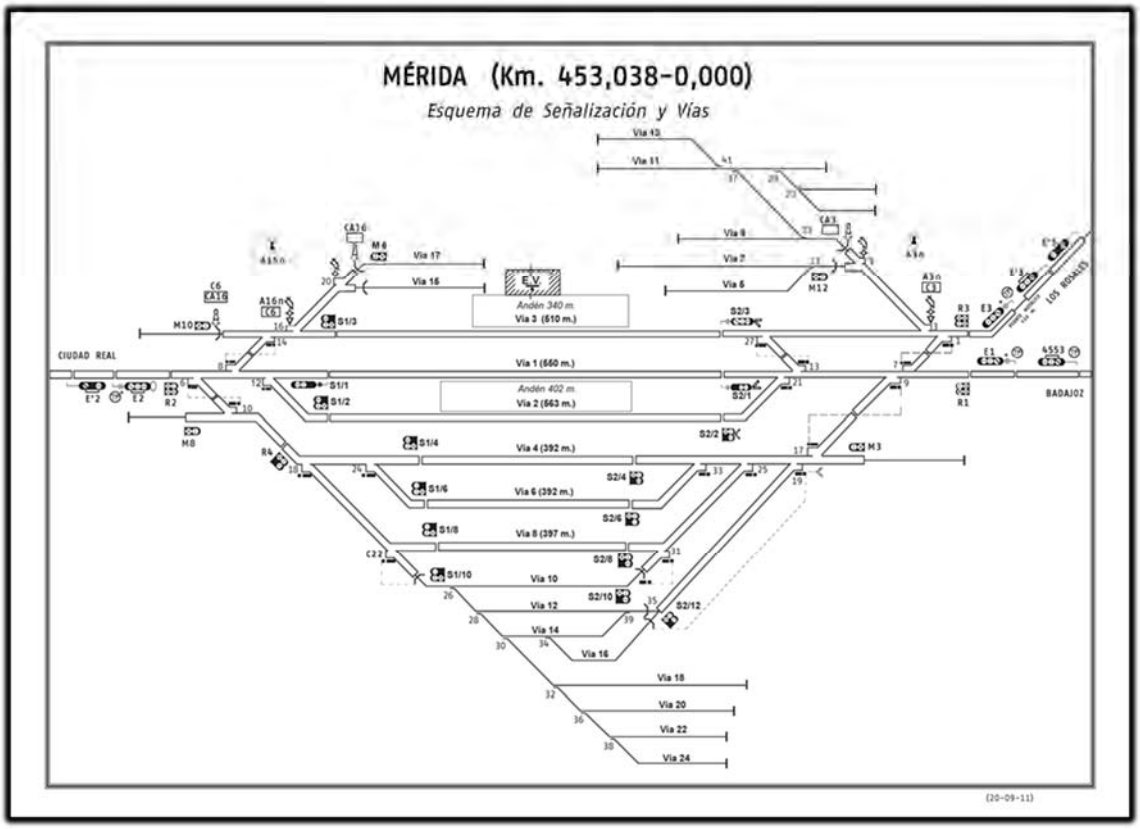
Fuente: Alejandro Martín

2.9.4.26.-Mérida. PK 453/000. Altitud 217,00 m

Mérida, además de ser la capital de Extremadura, goza de unas instalaciones ferroviarias del nivel de las de las capitales de provincia Cáceres y Badajoz.

Además con **el Plan de Optimización y Mejora del Transporte Ferroviario en Extremadura de 2012**, ha pasado a ser el eje central de las conexiones ferroviarias en el llamado "***Estrella Mérida"***, donde los trenes de los distintos recorridos norte-sur (Cáceres-Sevilla) o este-oeste (Badajoz-Puertollano) de Extremadura realizan sus paradas a la misma hora en la estación de la capital autonómica. Esto permite realizar trasbordos sin pérdida de tiempo para los usuarios, mejorando así el servicio.

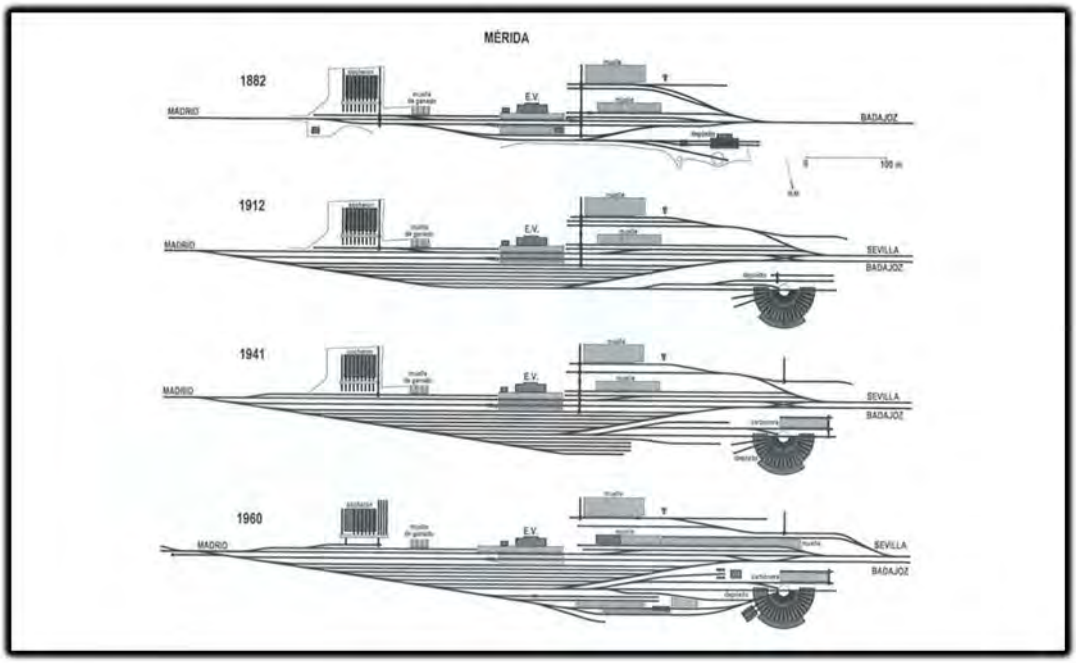
Gráfico 164. Esquema de la estación de Mérida. PK 453/038. Badajoz



Fuente: Adif

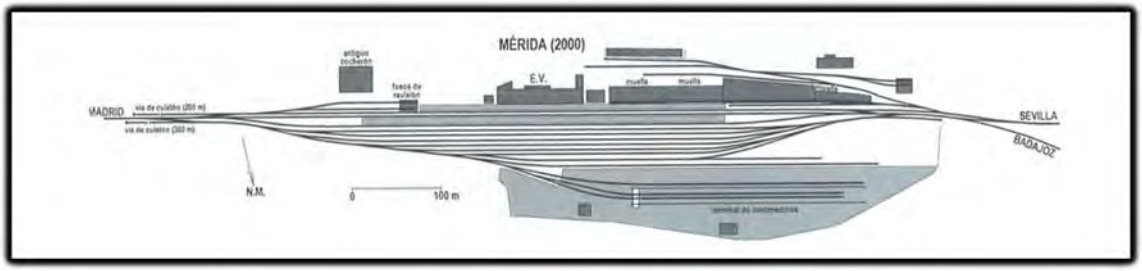
La estación de Mérida cuenta además desde febrero de 2014 con la terminal de contenedores de San Lázaro, donde la empresa Desarrollo Logístico Extremeño S.L., gestiona la salida de trenes de mercancías, con tomate embasado en bidones y fruta de hueso a los puertos de Huelva y Lisboa.

Gráfico 165. Evolución y esquema de la estación de Mérida. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Gráfico 166. Situación actual de la disposición de vías de la estación de Mérida



Fuente: Pedro Pintado Quintana

El edificio de viajeros de la estación de Mérida es el más amplio de la línea, acorde con la importancia de la dependencia, siendo la capital de la Comunidad Autónoma de Extremadura y centro de operaciones de la red ferroviaria extremeña.

Por todas estas circunstancias la estación de Mérida es una de las principales de la línea. Es parada obligatoria de todos los trayectos, y dispone vías de cruce para el adelantamiento o estacionamiento de los trenes.

Fotografía 212. Estación de Mérida (Badajoz). Al fondo terminal de mercancías de San Lázaro

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 213. Fachada principal del edificio de viajeros de la estación de Mérida. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

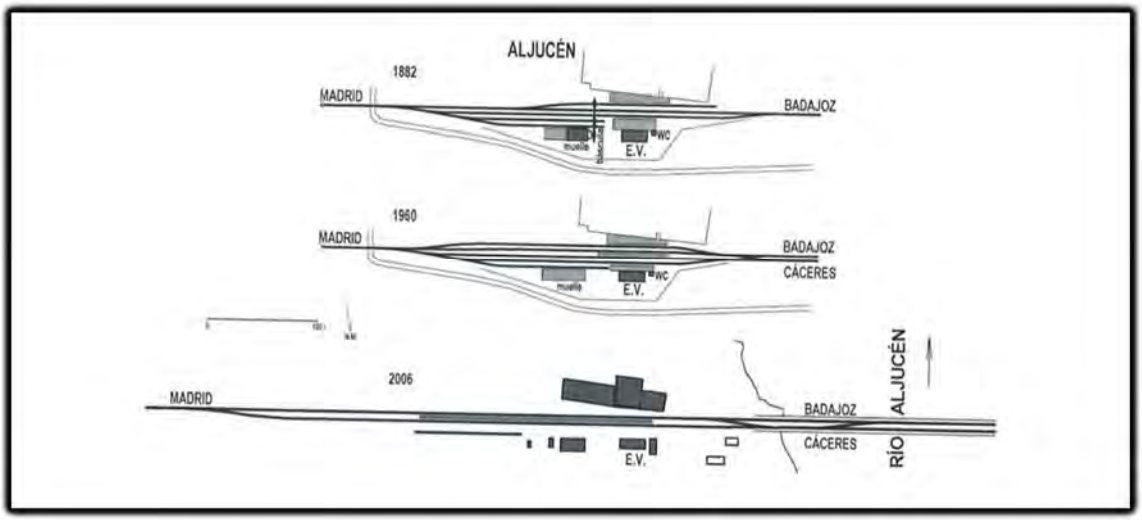
2.9.4.27.-Aljucén. PK 459/100. Altitud 209,60 m

Esta estación toma nombre del cercano río Aljucén. El edificio de una sola planta rectangular con cubierta a cuatro aguas y la cumbrera paralela a la vía, presenta cinco aberturas en cada fachada.

El pueblo de Aljucén se encuentra a 15 km de la estación y no dispone de comunicación directa con esta población, de hecho la estación pertenece al término municipal de Mérida.

En esta estación se realiza parada de trenes, y dispone de vías de cruce para el adelantamiento o estacionamiento de los trenes.

Gráfico 167. Evolución y esquema de la estación de Aljucén. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 214. Protección semafórica luminosa en las salidas a Badajoz (ramal izquierdo) y de Cáceres (ramal derecho) de la estación de Aljucén. Badajoz

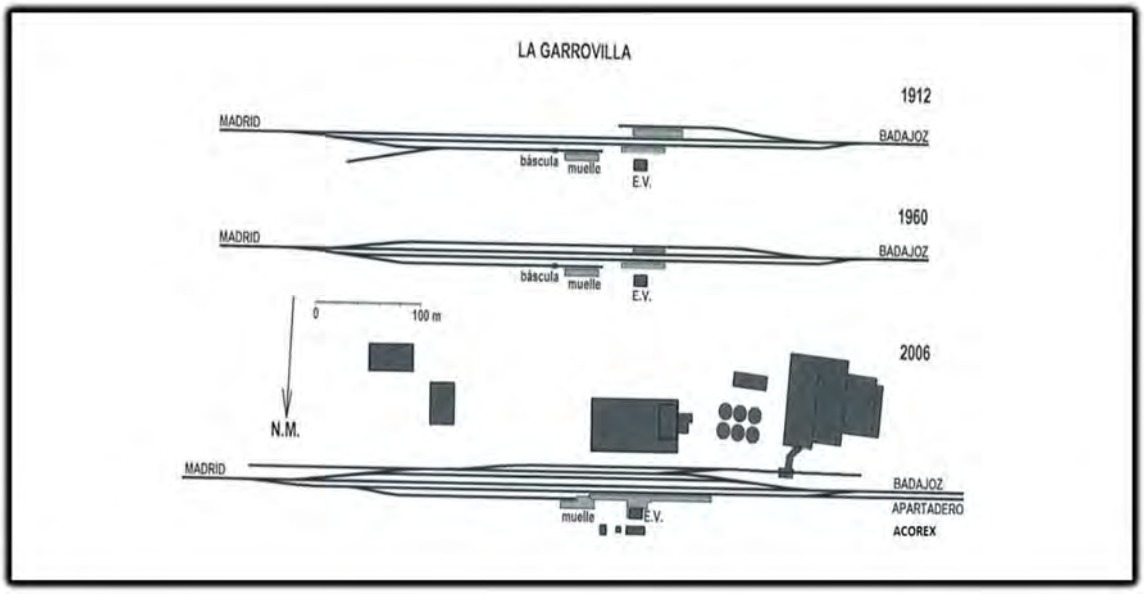
Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.9.4.28.-La Garrovilla. PK 465/800 y Garrovilla-Las Vegas. PK 466/100. Altitud 205,00 m

La situación de la estaciones se encuentra muy céntrico respecto al pueblo. Actualmente las instalaciones se han ampliado alargando la vía de sobrepaso del lado Madrid, que es la que sirve como único andén de viajeros.

La estación cuenta con parada de trenes y vías de cruce para el adelantamiento o estacionamiento de los trenes. Destaca el apartadero existente de Acorex S.C.L.

Gráfico 168. Evolución y esquema de la estación de La Garrovilla



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 215. Automotor R-598 pasando cerca del apartadero de Acorex en La Garrovilla. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

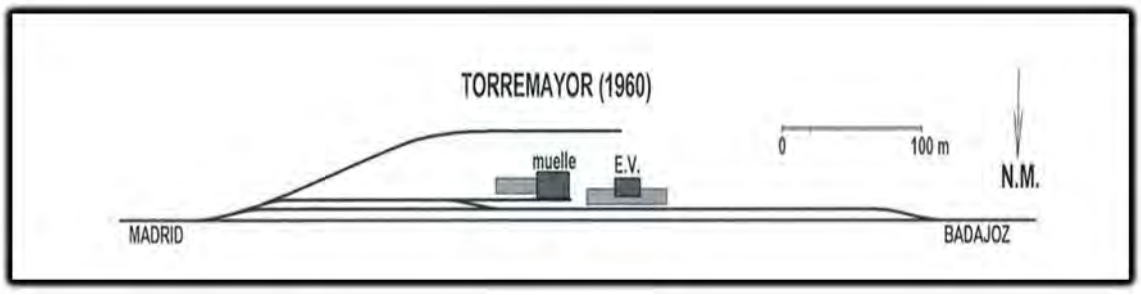
2.9.4.29.-Torremayor. PK 471/500. Altitud 200,30 m

Es una de las instalaciones más recientes. Se creó para cubrir las necesidades que existían a mediados del siglo XX. Las obras se terminaron en 1955.

Tenía una vía de sobrepaso, una vía de muelle y una vía de playa. Entre 1967 y 1974 funcionó como apartadero, pasando posteriormente a apeadero sin personal.

En la actualidad, no se producen paradas de tren ni se tienen vías para el estacionamiento o adelantamiento de los trenes.

Gráfico 169. Esquema de la estación de Torremayor. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 216. Edificio de viajero abandonado de Torremayor. Badajoz

Fuente: Manuel Cuerpo Rocha

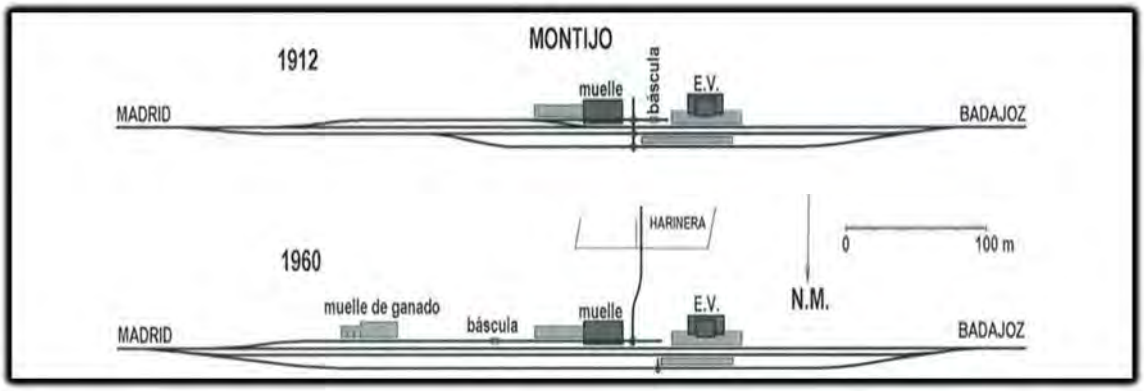
2.9.4.30.-Montijo.PK476/600 y Montijo-El Molino.PK 478/400. Altitud 198,60m

Es una parada de cierta relevancia ya que además de servir a la población de Montijo, lo hace también a Puebla de la Calzada que se sitúa a 3 km de la estación. Como la estación de Montijo se encuentra algo apartada de la población, los trenes efectúan parada en el apeadero de Montijo-El Molino, simple marquesina de hormigón inaugurada en 1987.

La estación de Montijo dispone de parada de trenes y de vías de cruce para realizar el estacionamiento y adelantamiento de trenes.

El apeadero de Montijo-El Molino dispone de parada de trenes pero de vías de cruce para poder realizar el adelantamiento o estacionamiento de los trenes.

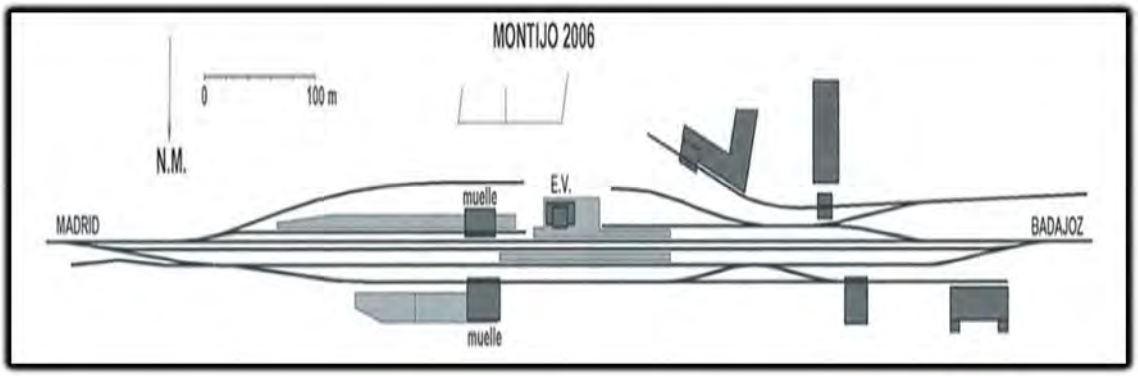
Gráfico 170. Evolución y esquema de la estación de Montijo. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

La estación de Montijo en la actualidad tiene unas amplias instalaciones de carga y descarga principalmente de cereales.

Gráfico 171. Esquema desde 2006 de la estación de Montijo. Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 217. Estación de Montijo. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 218. Apeadero de Montijo-El Molino. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.9.4.31.-Guadiana. PK 484/600. Altitud 191,20 m

Se trata de una estación similar a la de Torremayor, en tipología y cronología. Se inaugura en 1951.

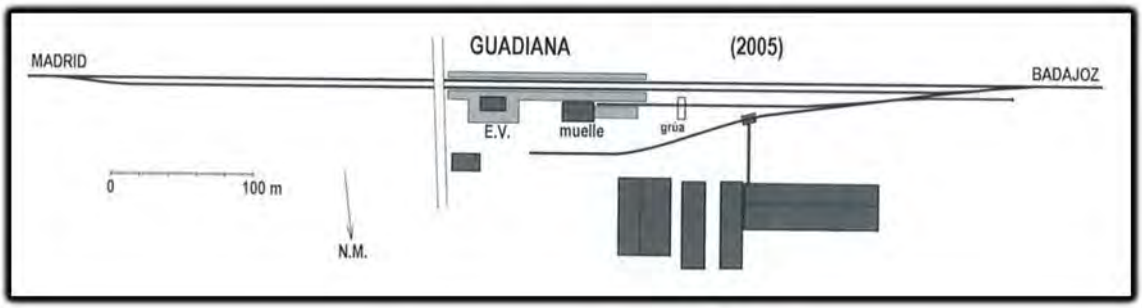
La estación tiene una vía de sobrepaso, que permite recibir trenes de más de 500 m de longitud, una vía muelle y una vía de playa, con una vía de culatón que protege a las dos vías de circulación de posibles maniobras incorrectas en las dos vías muertas de carga.

Fotografía 219. Estación de Guadiana. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La estación de Guadiana dispone de parada de trenes y de vías de cruce para realizar el estacionamiento y adelantamiento de trenes.

Gráfico 172. Esquema de la estación de Guadiana



Fuente: Pedro Pintado Quintana

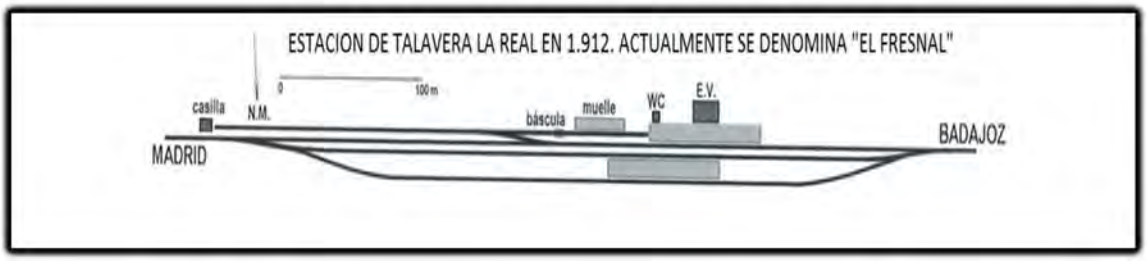
2.9.4.32.-El Fresnal. PK 494/300. Altitud 182,36 m

Es una de tantas estaciones cuya lejanía al núcleo habitado le ha llevado a la pérdida de importancia, a pesar de que en tiempos contara incluso con una cantina.

Esta estación se encontraba a 7 km de Talavera La Real, nombre que tenía inicialmente cuando se creó.

La estación fue reducida a apeadero entre 1967-1970 y posteriormente se eliminaron todas las instalaciones dejando solo la vía general.

Gráfico 173. Esquema de la estación de Talavera La Real (actualmente El Fresnal). Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Recientemente debido a la modernización del tramo Aljucén-Badajoz, se ha instalado nuevamente una vía de sobrepaso, con fines exclusivamente técnicos, con la denominación actual de El Fresnal.

Fotografía 220. Estación técnica de El Fresnal. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La distancia entre las dos agujas es de 600 m y el edificio técnico está en el PK 494/270, donde se encontraba la antigua estación de Talavera La Real.

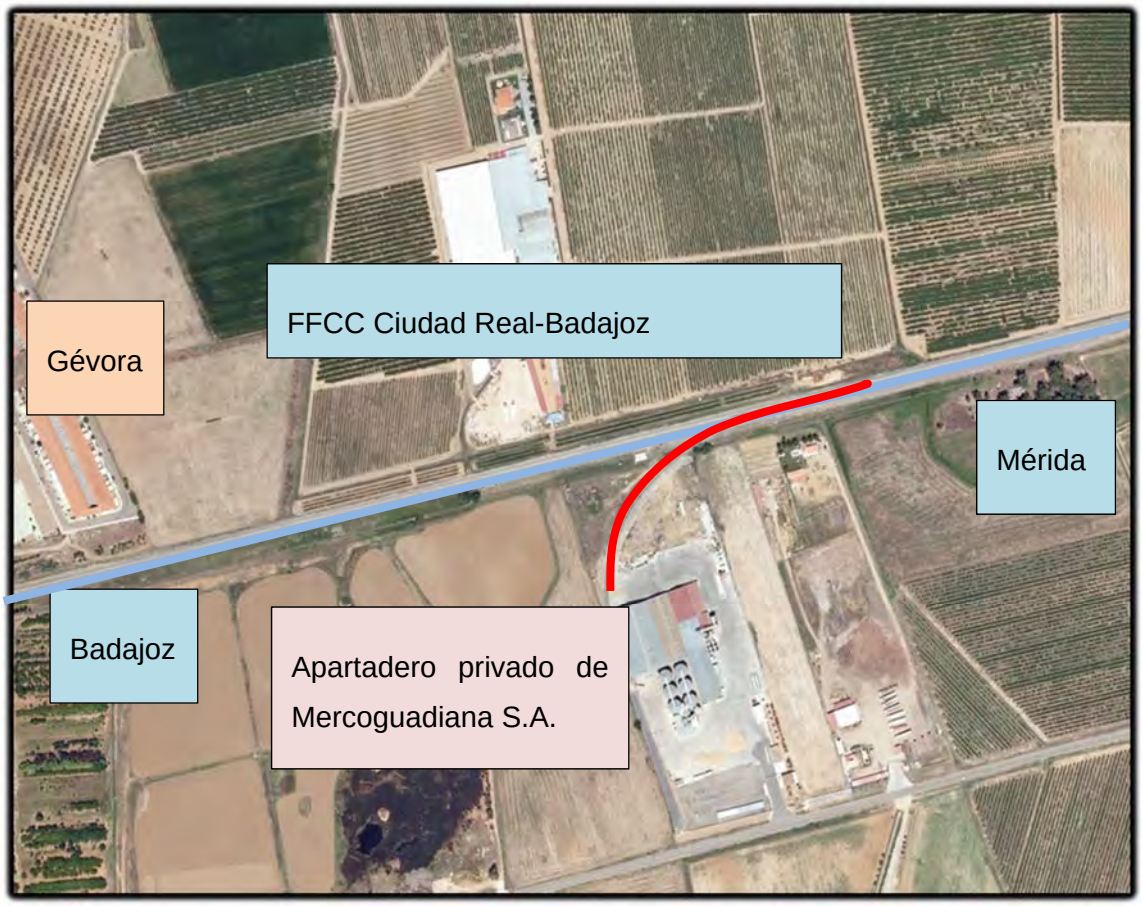
En esta estación no se producen paradas de trenes, pero si se dispone de vía de cruce para el estacionamiento o adelantamiento de los trenes.

2.9.4.33.-Gévora. PK 505/600. Altitud 180,37 m

Esta estación es una derivación industrial de Mercoguadiana S.A, de construcción reciente, que sirve para el abastecimiento de productos agrícolas a la ciudad de Badajoz. La instalación cuenta con dos vías de sobrepaso al sur de la vía general.

Se trata por tanto de un apartadero que tiene sus propias vías de apartado y estacionamiento, y se realiza un uso exclusivo de mercancías.

Ilustración 5. Esquema de ubicación del apartadero de Mercoguadiana S.A.

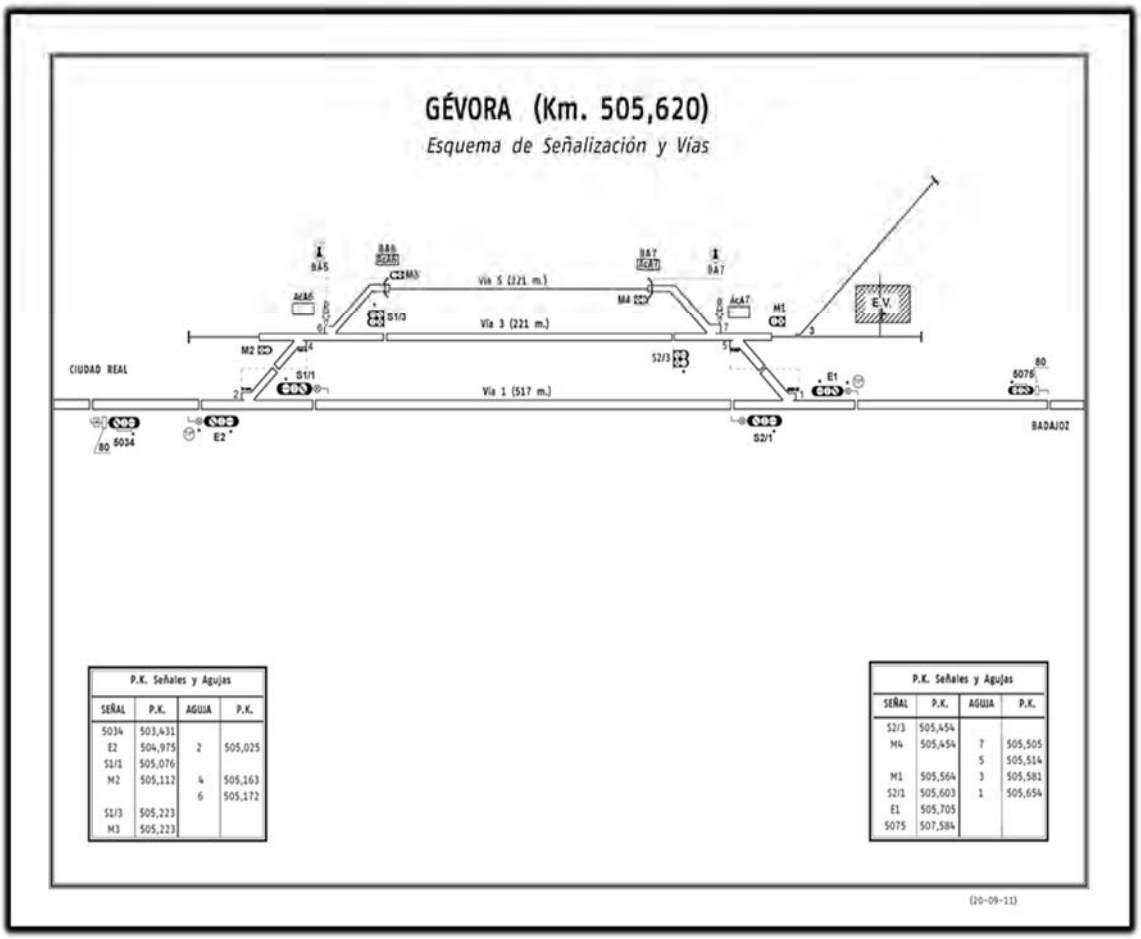


Fuente: Juan Francisco Coloma Miró a partir de las ortofotos de la Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo del Gobierno de Extremadura

Fotografía 221. Instalaciones de Mercoguadiana S.A en Gévora. Badajoz

Fuente: Mercoguadiana S.A.

Gráfico 174. Esquema señalización de la estación de Gévora. PK 505/620. Badajoz



Fuente: Adif

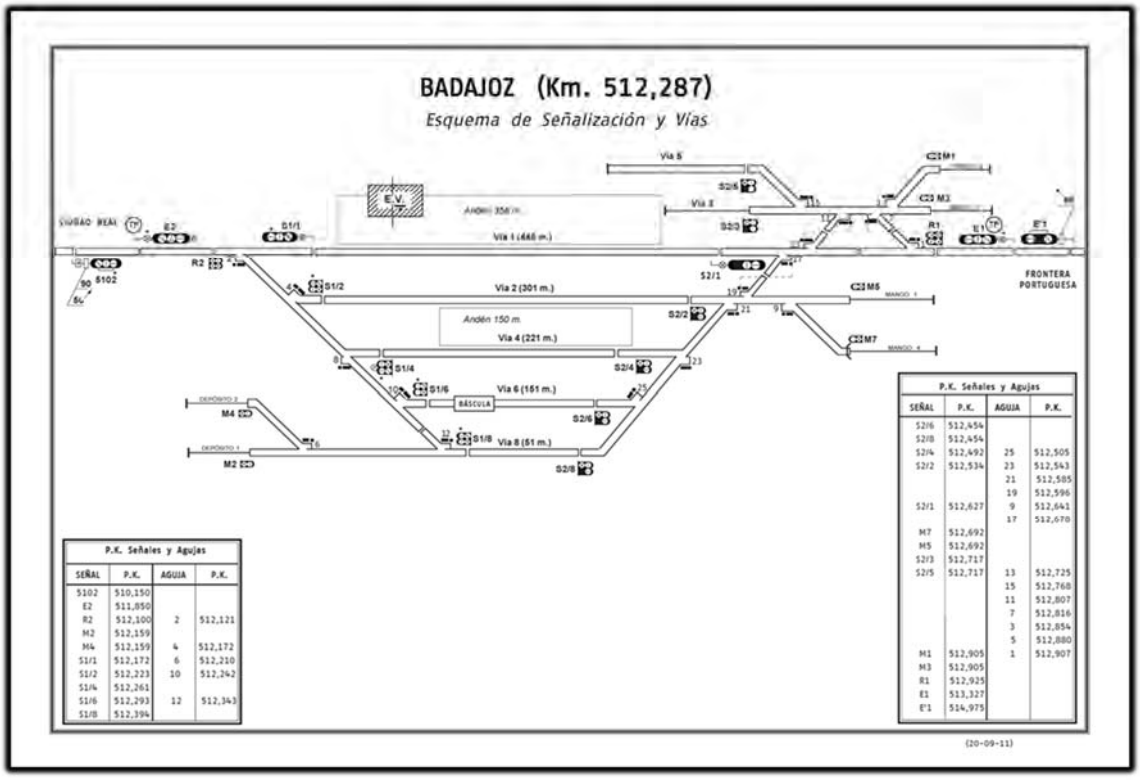
2.9.4.34.-Badajoz. PK 512,288. Altitud 184,00 m

Es una de las estaciones más importantes de la línea, ya que se trata de un final de línea y conexión con la red ferroviaria portuguesa.

El papel fundamental de esta estación ha sido la de trasbordo entre los trenes procedentes de Madrid y Lisboa o poblaciones portuguesas de menor entidad.

Como era la estación final de línea contaba con un puente giratorio de 23 m desde el momento de la inauguración. En el inventario de Renfe de 1946 el diámetro del mismo era de 23m. Posteriormente fue cambiado de emplazamiento, para terminar desmontándolo recientemente. El esquema de la señalización y vías es el siguiente:

Gráfico 175. Esquema señalización de la estación de Badajoz. PK 512/287



Fuente: Adif

Fotografía 222. Vista exterior de la estación de Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

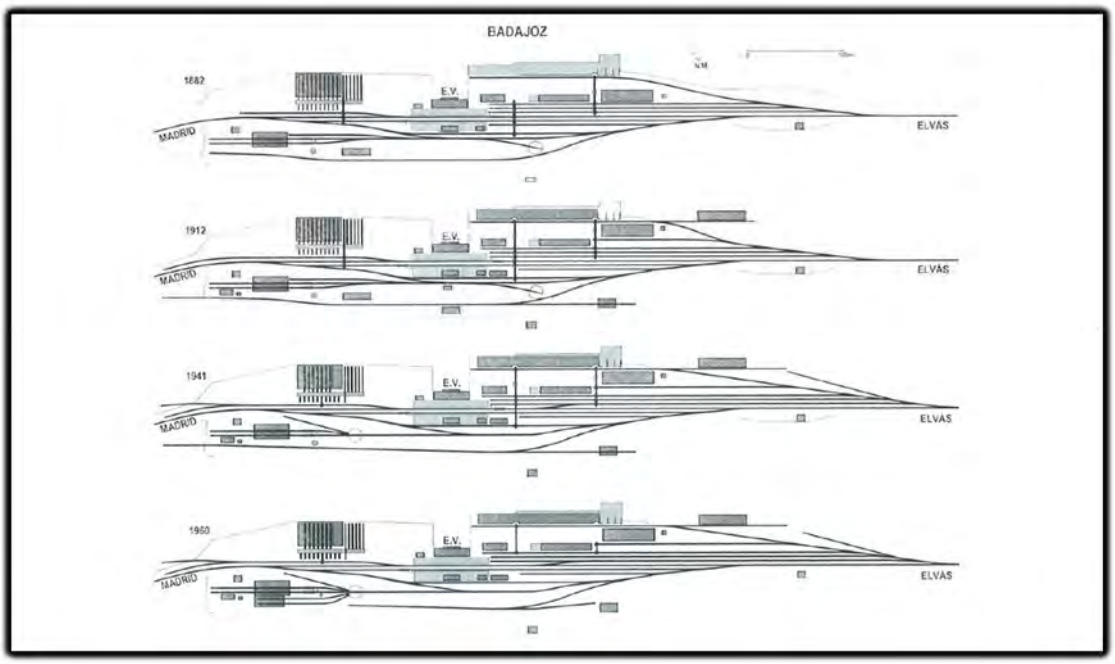
Se trata por tanto de una estación donde se realizan paradas y existen vías de cruce para el adelantamiento y estacionamiento de trenes.

Fotografía 223. Edificio de viajeros de la estación de Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

El esquema de su evolución es el siguiente:

Gráfico 176. Evolución y esquema de la estación de Badajoz



Fuente: Pedro Pintado Quintana

Fotografía 224. Estación de Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.9.5.- Infraestructuras ferroviarias de titularidad privada. Apartaderos

Se define un apartadero como aquella Infraestructura ferroviaria de titularidad pública o privada, consistente en una instalación de vías para la carga, descarga y estacionamiento de vagones con enlace a una línea mediante una o más agujas de plena vía, que sirve para complementar la **RFIG titularidad de Adif o Adif Alta Velocidad**, incluyéndose en los mismos aquellas dependencias dedicadas a la construcción, reparación o mantenimiento de material ferroviario, tales como coches, vagones, locomotoras o maquinaria de vía de titularidad privada.

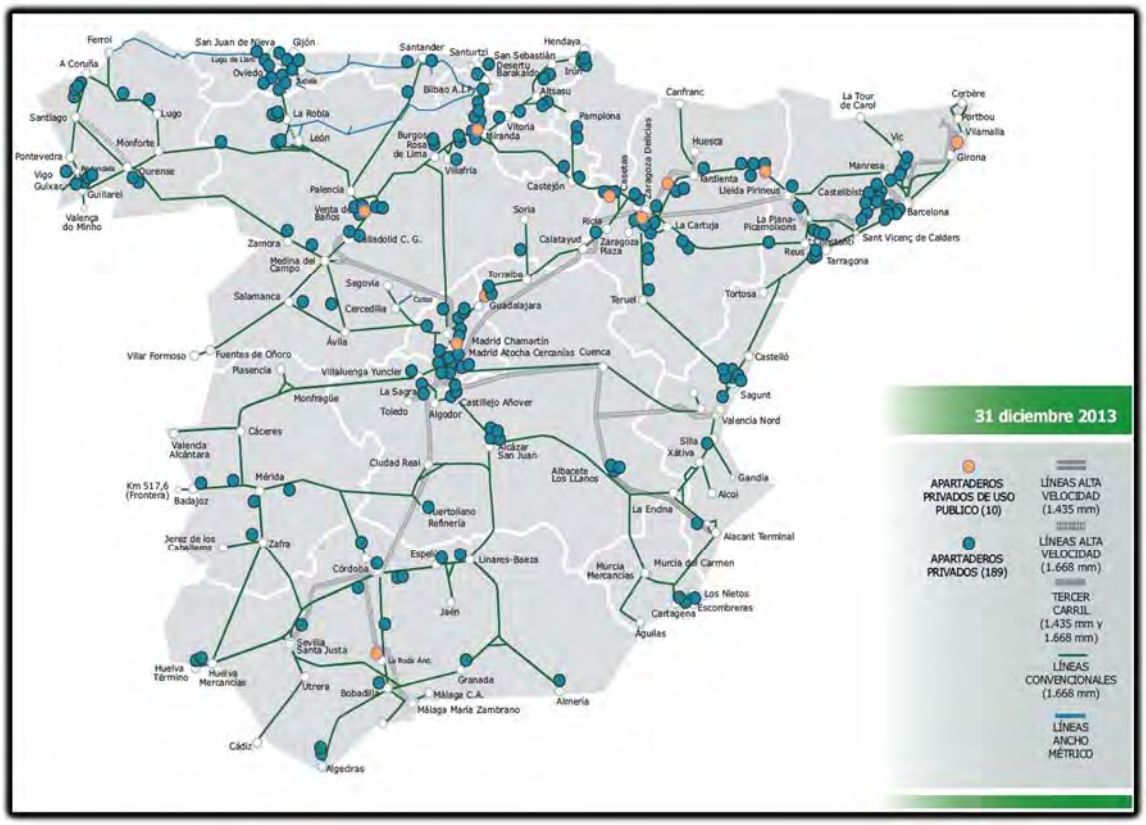
Fotografía 225. Bioenergética extremeña en el PK 421/700, entre Valdetorres y Guareña. Badajoz

Fuente: Alejandro Martín

Para el establecimiento o la explotación de una infraestructura ferroviaria de titularidad privada, el solicitante deberá presentar un proyecto de establecimiento o de explotación de la línea que incluirá, como mínimo, una memoria explicativa de los fines que se persiguen mediante el establecimiento o la explotación de la infraestructura, con sus planos generales y parciales, así como los presupuestos correspondientes, las actividades que vayan a prestarse sobre aquélla, la descripción de las obras y las circunstancias técnicas de realización de las mismas, que habrán de ajustarse a las normas que, en materia de seguridad e interoperabilidad, se establezcan reglamentariamente por el **Ministerio de Fomento.**

Sobre la referida infraestructura ferroviaria de titularidad privada, se podrá llevar a cabo transporte ferroviario, exclusivamente, por cuenta propia, como complemento de otras actividades principales realizadas por su titular.

Gráfico 177. Infraestructuras ferroviarias de titularidad privada en la RFIG de Adif. Apartaderos

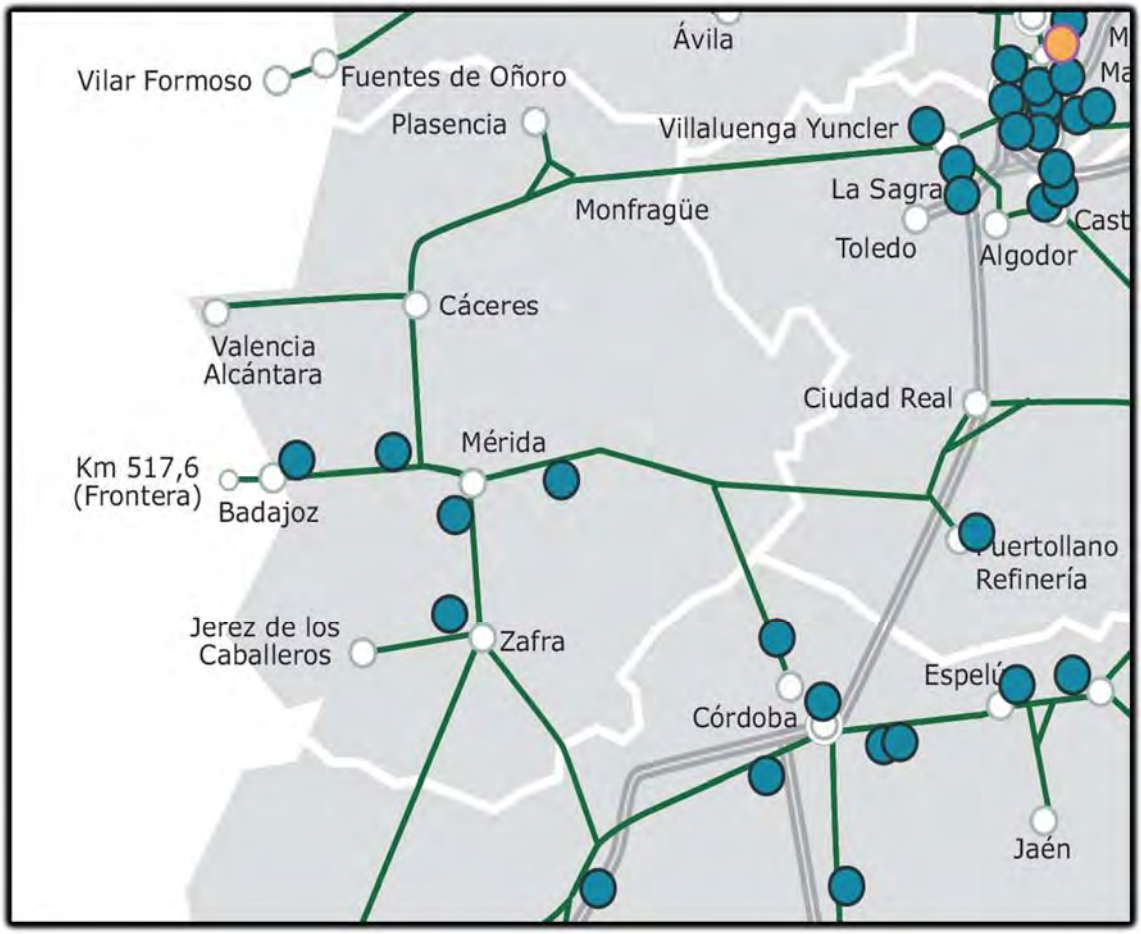


Fuente: Adif. Declaración sobre la red. 2014

La conexión de las infraestructuras ferroviarias de titularidad privada con la Red Ferroviaria de Interés General únicamente podrá realizarse cuando Adif expresamente lo autorice. El titular de la infraestructura ferroviaria de titularidad privada facilitará la conexión en los términos que se determinen en el documento formalizador de la autorización. [59]

[59] En el artículo 52 del Reglamento del Sector Ferroviario, se recogen las condiciones en las que se efectuará la conexión de las infraestructuras ferroviarias de titularidad privada con la Red Ferroviaria de Interés General y el régimen de construcción y explotación de los elementos de titularidad privada que complementen las infraestructuras ferroviarias de titularidad del Estado.

Gráfico 178. Infraestructuras ferroviarias de titularidad privada en la RFIG de Adif, ampliado en el Cofemanex. Apartaderos



Fuente: Adif. Declaración sobre la red. 2014

Desde el 1 de enero de 2005 se han autorizado 44 conexiones particulares a la RFIG, gestionada por Adif, de las cuales, a 31 de diciembre de 2013, se encuentran 16 en explotación comercial y 28 pendientes de inicio de actividad (elaboración proyecto constructivo, construcción, etc.). A 31 de diciembre de 2013 existen 199 apartaderos en explotación comercial en línea convencional y 8 apartaderos en explotación comercial en línea de ancho métrico.

Las conexiones particulares a la RFIG (apartaderos) se encuentran clasificados, en función de su uso, en:

– Apartaderos privados de uso público

– Apartaderos privados

Dentro de la Comunidad Autónoma de Extremadura se encuentran las siguientes infraestructuras ferroviarias de titularidad privada:

Tabla 69. Infraestructuras ferroviarias de titularidad privada en el Cofemanex. Apartaderos

Extremadura	Badajoz	Calamonte	Cruz Distrib. Extremeña, S.A	Varios
		Cementos Balboa-Alconera	Cementos Balboa S.A.	Cementos
		Gevora	Mercoguadiana S.A.	Alimentacion
		La Garrovilla	Acorex S.C.L.	Cereales
		Valdetorres	Bioenergetica Extremeña S.A.	Combustibles

Fuente: Adif. Declaración sobre la red. 2014

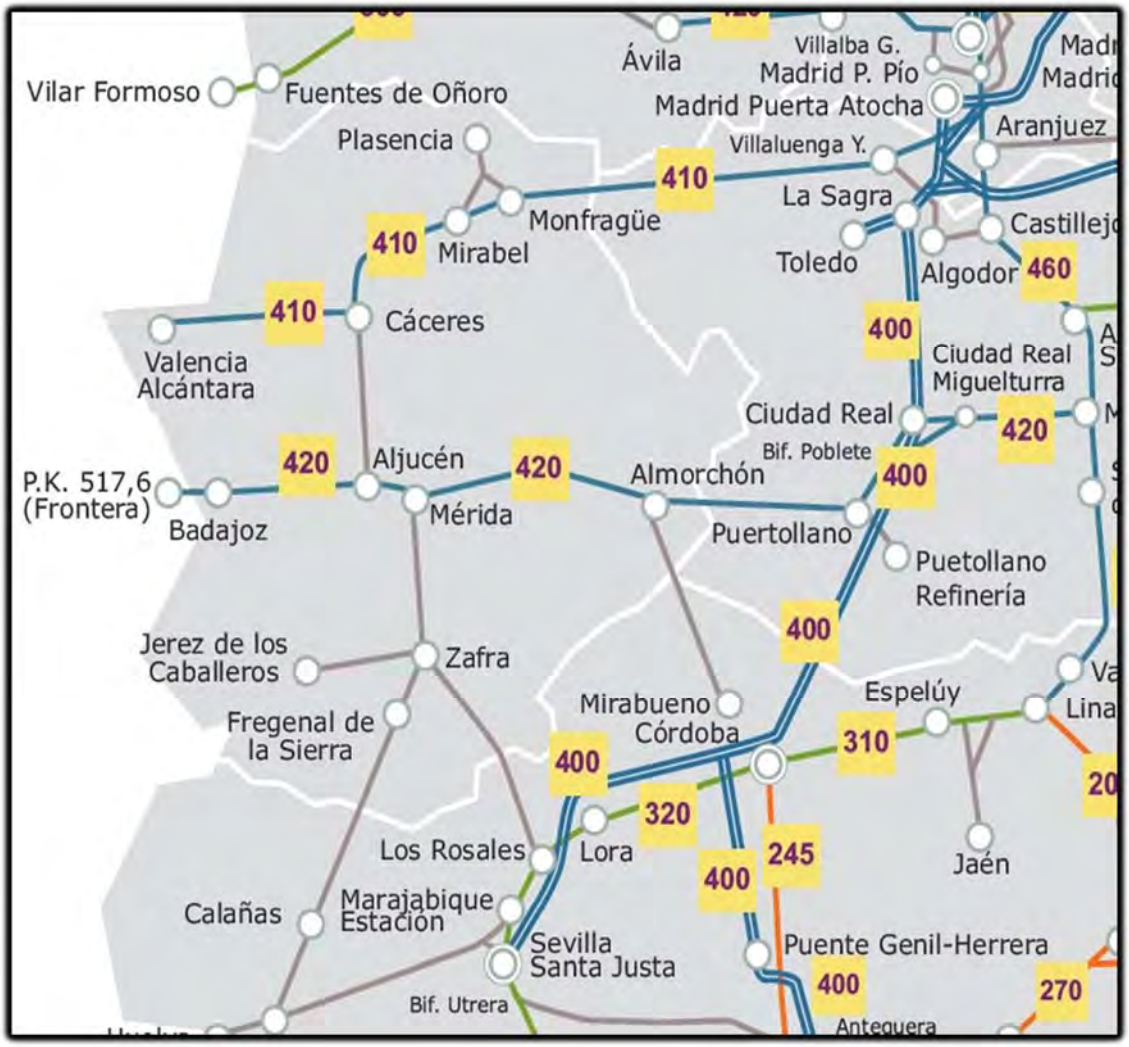
2.9.6.- Longitudes máximas de trenes

Gráfico 179. Longitud máxima de los trenes de viajeros de la RFIG de Adif.

Fuente: Adif. Declaración sobre la red. 2014

La longitud de las vías de las estaciones así como otros condicionantes de explotación, sirven de base para la determinación de la longitud máxima de los trenes en las distintas líneas. Se incluyen a continuación los mapas de la **Declaración de Red de Adif,** con la longitud máxima de los trenes admitidos en cada línea, diferenciado para los tráficos de viajeros y de mercancías.

Gráfico 180. Longitud máxima de los trenes de viajeros de la RFIG de Adif, ampliado en el Cofemanex

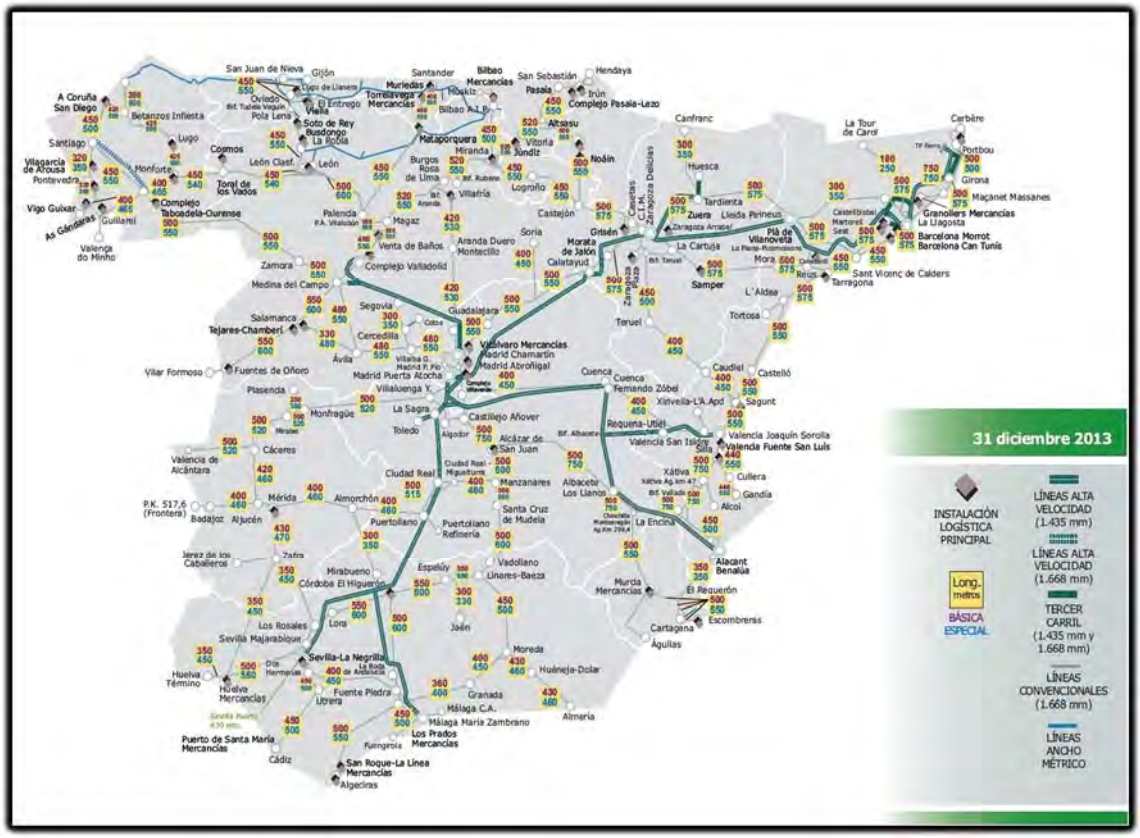


Fuente: Adif. Declaración sobre la red. 2014

En el marco del **Plan de Impulso y Dinamización del Transporte de Mercancías por Ferrocarril**, Adif promueve medidas de gestión que posibiliten y satisfagan la demanda de aumento de longitudes de los trenes por parte de las empresas ferroviarias.

Las **especificaciones técnicas de interoperabilidad** establecen para tráfico mixto las longitudes de 500 m mínimo para acondicionamiento de líneas incluidas en la **Red Global**, 600 m para acondicionamiento de las redes principales y 750 m para la construcción de nuevas líneas incluidas en la **Red Básica.**

Gráfico 181. Longitud máxima de los trenes de mercancías en la RFIG de Adif



Fuente: Adif. Declaración sobre la red. 2014

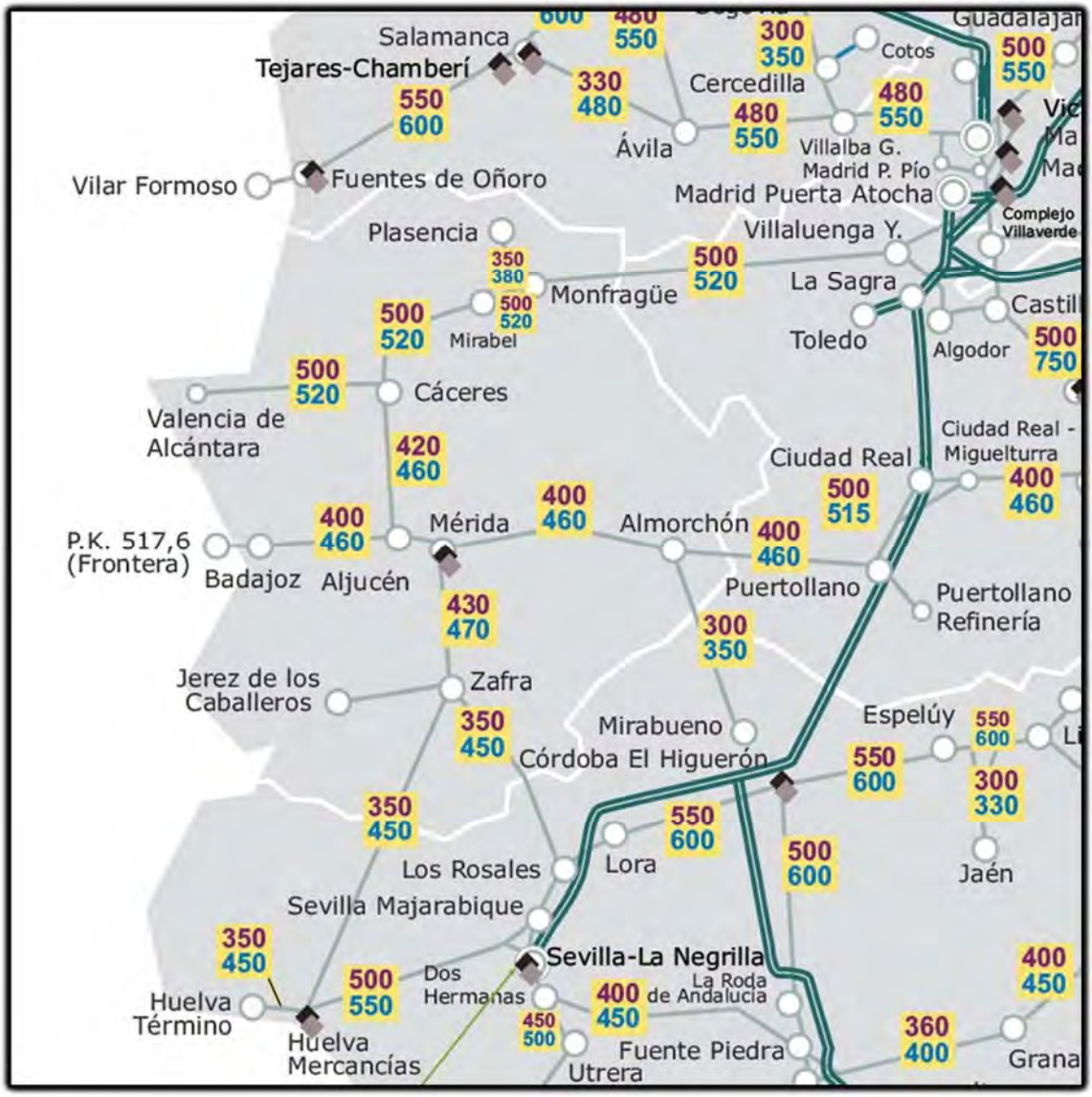
Las longitudes de trenes permitidas en el Cofemanex son de 400m en condiciones de circulación normal y 460 m en circulaciones especiales.

La longitud de estaciones y apeaderos que permiten ser puestos de adelantamiento y estacionamiento de trenes **(PAET)**, se quedan escasos en longitud, en lo que al cumplimiento de las ETIs se refiere. Sería necesario acondicionar las distintas estaciones y apartaderos para dotarlos de una mayor longitud y cumplir la normativa europea.

Analizados todos estos valores, se puede concluir que se está limitando la longitud de los trenes de mercancías que pueden circular en el Cofemanex, pero el incumplimiento de este requisito, no impide la circulación de mercancías por él.

Se trata de actuaciones que son deseables y buenas, pero no imprescindibles para la circulación de mercancías en el corredor.

Gráfico 182. Longitud máxima de los trenes de mercancías en la RFIG de Adif, ampliado en el Cofemanex



Fuente: Adif. Declaración sobre la red. 2014

2.9.7.- Conclusiones sobre las estaciones y longitudes máximas de trenes

Para que en una línea ferroviaria puedan circular con fluidez los tráficos de viajeros y mercancías, es necesario que esta disponga de los suficientes puntos de estacionamiento que permitan los adelantamientos que sean necesarios para no entorpecer la correcta marcha de los trenes más rápidos.

En el **Cofemanex** existen suficientes estaciones donde se pueden producir estos estacionamientos y adelantamientos. Sin embargo, como se ha comentado en el apartado anterior, las longitudes de trenes permitidas en el Cofemanex son de 400m en condiciones de circulación normal y 460 m en circulaciones especiales.

Las **especificaciones técnicas de interoperabilidad** establecen para tráfico mixto las longitudes de 500 m mínimo para acondicionamiento de líneas incluidas en la **Red Global**, 600 m para acondicionamiento de las redes principales y 750 m para la construcción de nuevas líneas incluidas en la **Red Básica**. Esto quiere decir que la longitud de estaciones y apeaderos que permiten el adelantamiento y estacionamiento de trenes **(PAET),** se quedan escasos en longitud, en lo que al cumplimiento de las ETIs

se refiere. Sería necesario acondicionar las distintas estaciones y apartaderos para dotarlos de una mayor longitud y cumplir la normativa europea.

Analizados todos estos valores, se puede concluir que se está limitando la longitud de los trenes de mercancías que pueden circular en el Cofemanex, pero el incumplimiento de este requisito, no impide la circulación de mercancías por él. Se trata de actuaciones que son deseables y buenas, pero no imprescindibles para la circulación de mercancías en el corredor.

Las estaciones que disponen de parada de trenes y de vías de cruces para el adelantamiento y estacionamiento de trenes son las siguientes:

Tabla 70. Estaciones que disponen de parada de tren y vías de cruce para adelantamiento y estacionamiento de trenes

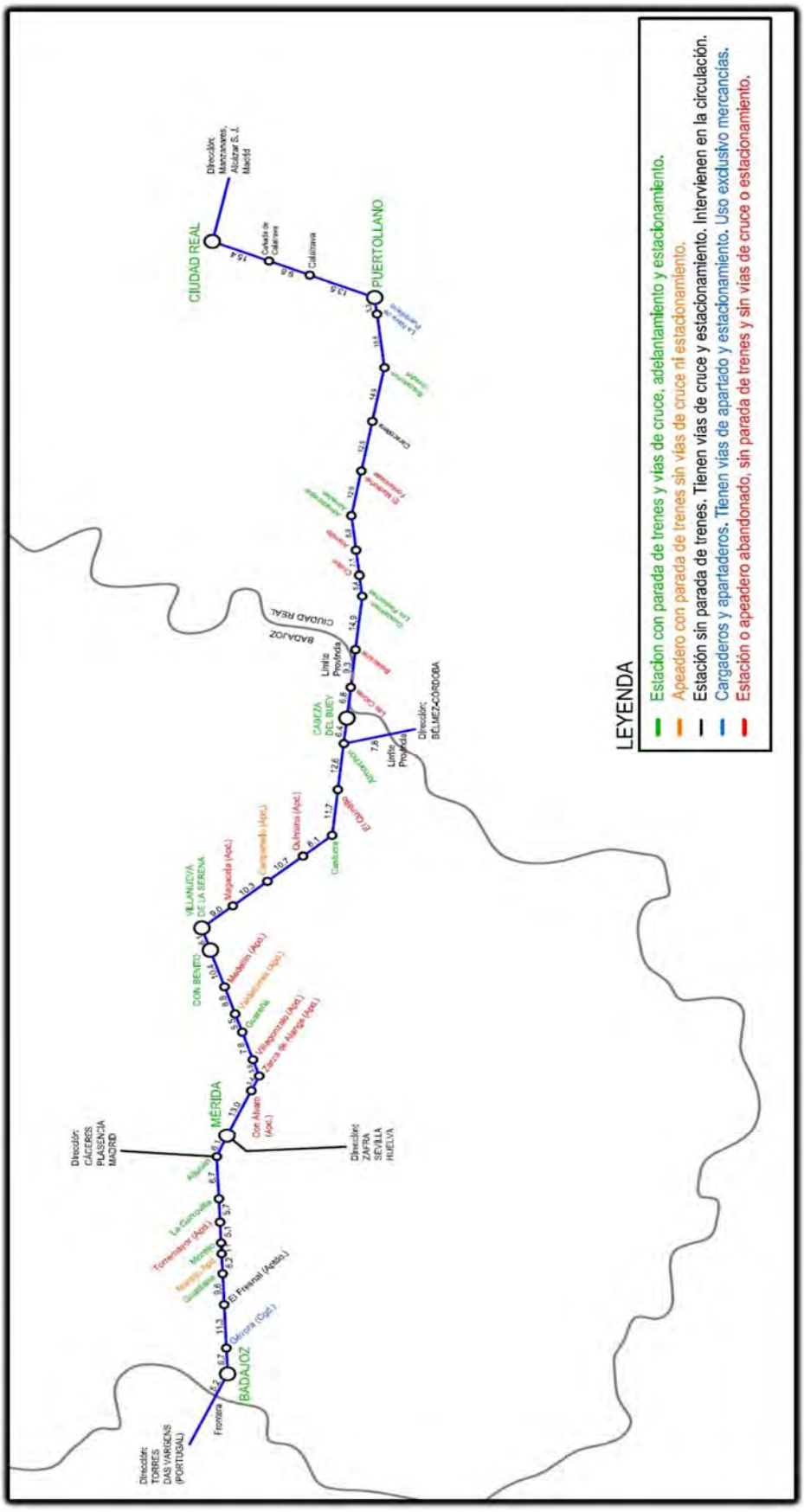
Estaciones y Apeaderos	Altitud (m)	P.K.	Distancia entre estaciones (Km)
PUERTOLLANO	709,32	213,7	
Brazatortas-Veredas	713,94	232,6	18,9
Almadenejos-Almaden	475,69	272,9	40,3
Guadalmez-Los Pedroches	363,00	294,3	21,4
Cabeza del Buey	509,10	325,3	31,0
Almorchón	539,78	331,7	6,4
Castuera	462,16	356,0	24,3
Villanueva de la Serena	297,17	394,1	38,1
Don Benito	270,68	400,2	6,1
Guareña	247,63	424,9	24,7
MÉRIDA	217,54	453,0	28,1
Aljucén	209,60	459,1	6,1
La Garrovilla	205,00	465,8	6,7
Montijo	198,60	476,6	10,8
Guadiana	191,20	484,6	8,0
El Fresnal	182,36	494,3	9,7
BADAJOZ	184,00	512,3	18,0

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Si para ganar capacidad en la línea se decide construir **nuevos puestos de adelantamiento y estacionamiento de trenes (PAET),** se tendría que actuar sobre los haces de vía de las estaciones que se encuentran en servicio. Otra posibilidad sería recuperar el servicio de las estaciones y apartaderos abandonados (El Quintillo, Medellín, Villagonzalo, Torremayor, etc), dotándolas exclusivamente de un desvío y tramo de vía paralela, con la longitud mínima necesaria para convertirla en PAET (500 m, 600 m o 750 m), tal y como se ha hecho con la antigua estación de Talavera La Real, ahora convertida en el PAET del Fresnal, con una longitud máxima de trenes de 600 m.

Se adjunta a continuación un resumen de los tipos de estaciones y apeaderos existentes en el Cofemanex, diferenciando sus distintas características, para poder catalogar cuál de ellas permitiría el estacionamiento y cruce de trenes.

Gráfico 183. Estaciones, apeaderos y distancias kilométricas en el Cofemanex



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

2.10.- MATERIAL RODANTE EN EL COFEMANEX

En julio de 2012 el Gobierno de Extremadura y el Ministerio de Fomento acordaron poner en marcha un **Plan de Optimización y Mejora del Transporte por Ferrocarril en Extremadura**, tanto a nivel de servicios como de infraestructuras, para adaptar este medio de transporte a las necesidades reales de la región, con el fin de lograr su viabilidad y garantizar su continuidad. Estas actuaciones comenzaron a llevarse a cabo desde el 2 de octubre de 2012.[60]

Fotografía 226. Automotor 592.209 entrando en la estación de Almorchón. Julio 2012

Fuente: Alejandro Vozmediano

[60] Véase el apartado 1.3 “Plan de Optimización y Mejora del Transporte Ferroviario en Extremadura”

El esquema del convenio es el siguiente:

Gráfico 184. Plan de optimización y mejora en el Cofemanex

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

2.10.1.- Trenes de viajeros

Se ha llevado a cabo una renovación sustancial en el parque motor de los servicios que presta Renfe en la región, mediante la incorporación de nuevos trenes **R-598 y S-599.** De esta manera ha sido posible eliminar los trenes más antiguos de la **serie 592**, que llevaban ya más de 30 años realizando servicios en la región. Con ello se ha conseguido ofrecer una importante mejora a los viajeros, tanto en confort como en reducción de tiempos de viaje, además de simplificar la explotación y el mantenimiento.

Fotografía 227. Automotor de la serie 592.233 cerca de la estación de Las Cabras. Badajoz. Julio 2012

Fuente: Antonio E. Martín Miranda

Los trenes R-598 realizan los servicios denominados Regional Expres, dentro de la comunidad extremeña.

Los servicios que traspasan la Comunidad de Extremadura, se denominan Intercity y usan trenes diésel de última generación S-599. Estos vehículos son lo más moderno y avanzado de Renfe en material diesel para viajeros.

Los servicios ferroviarios de viajeros que circulan en el Cofemanex se resumen en los cuadros siguientes:[61]

[61] Para más información sobre la circulación de viajeros, véase el apartado 4.5 " Transporte de viajeros por ferrocarril en el Cofemanex"

2.10.1.1.-Trenes origen Badajoz o Mérida

Tabla 71. Relación de trenes de viajeros en el Cofemanex, con origen en Badajoz o Mérida

Nº TREN	TIPO	AUTOMOTOR	ORIGEN	DESTINO	DIAS
18331	Intercity	R-598	Badajoz	Puertollano (Alcazar)	L-D
17197	Intercity	S-599	Badajoz	Madrid-Chamartin	L-D
17801	Regional Expres	R-598	Badajoz	Villanueva de la Serena	L-D
18777	Regional Expres	R-598	Badajoz	Puertollano	L-D
17025	Intercity	S-599	Badajoz	Madrid-Atocha	L-V y D
17803	Regional Expres	R-599	Badajoz	Cabeza del Buey	L-V y D
17805	Regional Expres	R-598	Mérida	Villanueva de la Serena	L-V y D

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró a partir de datos de Renfe Operadora

2.10.1.2.-Trenes destino Badajoz

Tabla 72. Relación de trenes de viajeros en el Cofemanex, con destino Badajoz

Nº TREN	TIPO	AUTOMOTOR	ORIGEN	DESTINO	DIAS
17806	Regional Expres	R-598	Villanueva de la Serena	Badajoz	L-V y D
17812	Regional Expres	R-598	Cabeza del Buey	Badajoz	L-S
17014	Regional Expres	S-599	Madrid-Atocha	Badajoz	L-S
18770	Regional Expres	R-598	Puertollano	Badajoz	L-D
17810	Regional Expres	R-598	Villanueva de la Serena	Badajoz	L-V y D
17194	Intercity	S-599	Madrid-Chamartin	Badajoz	L-D
18330	Intercity	R-598	Puertollano (Alcazar)	Badajoz	L-D

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró a partir de datos de Renfe Operadora

2.10.2.- Automotor diésel R-598

Tabla 73. Resumen características del R-598

Tipo	Automotor diésel-hidráulico de Media Distancia (Regionales)
Fabricante	CAF
Año de fabricación	2004
Configuración	
Composición	M-R-M
Longitud	75,930 m
Anchura	2,940 m
Altura	4,168 m
Peso	173t
Características técnicas	
Ancho de vía	1668mm
Velocidad máxima	160km/h tipo D
Potencia	1352 kW
Motores	4 motores diésel MAN D2876 LUE605 de 338kW
Número de plazas	189+1 PMR
Sistemas de seguridad	ASFA
Mando múltiple	3

Fuente: Renfe Operadora

Fotografía 228. Automotor de la serie R-598 entrando en la estación de Almorchón. Badajoz

Fuente: Alejandro Vozmediano

Los trenes de la serie 598, integrada por 21 unidades recibidas entre los primeros trimestres de los años 2004 y 2005, han sido fabricados por CAF en su factoría de Beasain y comenzaron a prestar servicio en Galicia en diciembre de 2004. Conceptualmente se basan en la serie 594, aunque se han introducido importantes mejoras e innovaciones.

Destaca su imagen exterior, en la que dominan las líneas curvas, incluyendo un testero con perfil aerodinámico, al modo de los trenes de alta velocidad, y un ventanal corrido a lo largo de todo el tren.

Este tren está compuesto por tres coches, dos motores situados en los extremos y un remolque intermedio. Cuenta con un 32 por ciento más de capacidad y mayores prestaciones que los de la serie 594. Incorpora, desde su construcción, el **Sistema Integrado de Basculación Integral (SIBI)** que, que mediante el posicionamiento a través del **GPS**, reconoce el trazado de la línea, haciendo inclinarse al tren de acuerdo con la velocidad y radio de las curvas. Todos sus equipos están duplicados y optimizados para que un fallo en alguno de los sistemas no suponga la supresión del servicio.

Es un tren exclusivo para un ancho de vía de 1.668 mm. y puede alcanzar una velocidad máxima de 160 km/h.

Se describen a continuación los equipos que dispone:[62]

[62] Datos suministrados por Renfe Operadora

2.10.2.1.-Caja

La estructura de la unidad 598 está construida en aleación ligera de aluminio y compuesta por dos coches motores y uno remolque (M-R-M), con caja lisa en los laterales y un cristal que cubre toda la composición. Esto le da una sensación de continuidad que se refuerza con deflectores de goma entre los vehículos para ocultar los fuelles de intercomunicación. La composición mínima es de tres coches y la máxima es de tres unidades (nueve coches) y su acoplamiento se realiza mediante enganches *Schafenberg* de tipo automático. Estos enganches se encuentran ocultos en los testeros carenados de los coches motores mediante un dispositivo de apertura y cierre constituido por un mecanismo doble de barras articuladas y deslizantes.

Fotografía 229. Automotor de la serie R-598 aparcado en la estación de Almadenejos-Almadén

Fuente: Alejandro Vozmediano

Lo más característico de estos trenes es su testero en forma de pico, como los de los trenes de alta velocidad, que mejora su aerodinámica, aumenta su coeficiente de penetración en el aire y disminuye el esfuerzo de tracción. El testero incorpora teleindicadores y faros a base de leds.

También destaca su mayor altura, al cubrir el carenado de la caja los equipos situados debajo del bastidor, y los de aire acondicionado y refrigeración en la parte superior. La estructura de la caja es autoportante y se ha realizado en base a perfiles extruidos de aluminio de grandes dimensiones.

El sistema de absorción de energía está basado en amortiguadores de aceite en los enganches, sistema anticabalgamiento de los coches con topes rígidos y estructuras de nido de abeja, tanto en la estructura de las cajas como en los salones de viajeros, que absorben deformaciones y minimizan las consecuencias de un impacto frontal.

Dispone en el testero frontal de los coches motores de un faro superior y de dos faros inferiores para la señalización exterior. El faro superior posee dos lámparas y ambas tienen las funciones de luz corta y luz larga. Los faros inferiores están basados en leds de altas prestaciones. Cada uno dispone de leds de color blanco, que hacen las funciones de luz de posición de cabeza, y leds de color rojo, cuando funcionan como señal indicadora de posición de cola. Asimismo cuenta con indicadores de destino en los frontales y del número de coche en los laterales.

2.10.2.2.-Sistemas de tracción y auxiliar

El sistema de tracción se compone de cuatro motores diesel, modelo *D 2879 LUE 605*, dos en cada coche motor, con una potencia unitaria de 338 kW y una total de 1.352 kW. Son motores de cuatro tiempos de cuatro válvulas por cilindro, fabricados por *Man*, con una cilindrada de 12.820 centímetros cúbicos, con inyección directa del combustible, que se controla mediante un sistema electrónico en función de múltiples variables y de la demanda pedida por el maquinista.

La transmisión de la potencia del motor al eje motor del bogie se efectúa mediante la turbotransmisión oleodinámica acoplada al reductor del eje mediante una unión cardan. La refrigeración de los motores, realizada por agua, está situada en el techo. Este aspecto los diferencia del resto del parque de automotores diésel en los que el equipo de refrigeración del motor se ubica bajo el bastidor.

Los servicios auxiliares se independizan de los de tracción al estar alimentados por dos motores de 230 kw que se sitúan en el coche intermedio. Cada motor alimenta un alternador de 210 kVA, que da una tensión de salida de 380/220 Vcc y 50 Hz para dar energía a los diferentes equipos auxiliares.

El sistema eléctrico de los equipos auxiliares cuenta con la redundancia de dos grupos electrógenos formados por un motor diesel más un alternador. Funciona con un solo grupo y se sustituyen uno al otro en relación al número de horas de actividad.

Fotografía 230. Automotores de la serie R-598 aparcados en la estación de Villanueva de la Serena

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Dispone de tres baterías de 24 Vcc (de níquel-cadmio), situadas bajo el bastidor de la caja de cada coche. La batería de cada coche motor arranca los dos motores diesel de su propio coche y la batería del coche remolque la del alternador que vaya a entrar en funcionamiento. Las baterías también se utilizan para alimentar el alumbrado de emergencia y el de limpieza.

Cuenta con dos equipos de producción de aire situados bajo el bastidor de la caja del coche remolque. Consta de dos compresores, aunque durante el funcionamiento normal del vehículo únicamente uno está en servicio.

Dispone de un depósito de combustible con capacidad para 1.400 litros de gas-oil, lo que le permite una autonomía aproximada de 1.000 kilómetros.

2.10.2.3.-Bogies y frenos

La caja de cada coche incorpora dos bogies, con lo que cada composición posee cuatro bogies motores y dos remolques. Cada bogie de los coches motores dispone de un eje montado motor y un eje montado portante. El bogie del coche remolque posee dos ejes portantes. Todos los ejes llevan caladas dos ruedas enterizas de 850 mm de diámetro y dos discos de freno de 610 mm de diámetro. Cada bogie pesa unos 9.000 kilogramos.

Cuenta con una suspensión primaria y otra secundaria. La primaria une elásticamente las cajas de grasa con el bastidor del bogie de forma que transmite tanto las cargas verticales (mediante dos paquetes de dos muelles coaxiales verticales), como los esfuerzos de guiado transversales y de arrastre entre el extremo del eje montado y el resto del bogie. La suspensión secundaria es de carácter neumático por la presencia de dos resortes neumáticos (balonas) situados uno a cada lado del bogie entre la traviesa de carga y la traviesa basculante.

Cada bogie incorpora dos eyectores de arena, una instalación neumática de suspensión secundaria, una instalación neumática de freno, unas conexiones eléctricas para sensores de antibloqueo, el captador de ASFA y puestas a tierra. Entre la suspensión primaria y la secundaria se encuentran instalados los mecanismos de actuación del sistema de basculación. También cada bogie monta dos amortiguadores antilazo activos que únicamente funcionan a partir de los 130 km/h.

El frenado de la unidad se puede realizar empleando el freno de servicio que utiliza el freno hidrodinámico; el freno neumático, de aire comprimido y automático; o conjugando ambos. La distancia de frenado a 160 km/h es de unos 1.100 metros. Existe además un freno de emergencia que sustituye, en caso de avería, al sistema de mando electroneumático, y un freno de estacionamiento para asegurar la inmovilidad del tren, que es de resorte.

El freno siempre se inicia utilizando la capacidad de freno hidrodinámico. Cuando este freno no es suficiente se complementa con el freno neumático. El tren dispone también de los sistemas de antibloqueo y antipatinaje en todos los ejes.

Fotografía 231. Interior de un automotor de la serie R-598 de Renfe Operadora

Fuente: Renfe Operadora

2.10.2.4.-Sistema de basculación

Estos automotores van dotados del **Sistema Integrado de Basculación Integral (SIBI),** sistema que está basado en la llamada basculación activa. Este tipo de movimiento predictivo consiste en el conocimiento previo del recorrido, que está grabado en los equipos informáticos del tren, y en la transmisión de su posición a través del **GPS**. Mediante este conocimiento de su situación, el tren realiza la basculación activa y se inclina, en todo momento, lo exigido por su velocidad y el radio de la curva, incluso antes de entrar en la misma. En cualquier momento, el maquinista puede activar el sistema o desactivarlo, desde un pulsador situado en el pupitre de conducción.

El **SIBI** actúa justo en el instante adecuado, aumentando de manera sustancial el confort de los viajeros y realizando una inclinación óptima de la caja del tren, en función de la geometría de la vía y de las condiciones de circulación, al aplicar leyes dinámicas de confort.

El SIBI permite que los automotores de la serie 598 puedan circular en el **tipo de velocidad D**[63] , al aumentar la velocidad que pueden desarrollar en las curvas, velocidad máxima que es transmitida al maquinista a través de una pantalla situada en el pupitre de conducción. Al igual que ocurre con los **TDR basculantes**, en caso de que el SIBI deje de funcionar, el tren pasa a la **velocidad B** y, si no está operativa la basculación, al **tipo A**.

[63] En el apartado 2.5.3."*Cálculo de velocidades máximas*", se describen los tipos de vehículos existentes en la Red Adif.

Fotografía 232. Tren de la serie R-598 saliendo del túnel de Las Cabras . Badajoz

Fuente: Javier Rubio

2.10.2.5.-Características Técnicas

- Composición mínima: M-R-M.
- Composición múltiple: 3 unidades con 9 coches.
- Ancho de vía: 1.668 mm.
- Puertas por costado: 3.
- Estructura de caja: Aluminio.
- Velocidad máxima (km/h): 160 km/h.
- Plazas sentadas por unidad de tren: 188 sentadas + 1 PMR.
- Motores de tracción diesel: 4.
- Potencia total de tracción: 1.352 kW.
- Potencia por motor: 338 kW.
- Motores auxiliares: 2.
- Potencia auxiliar: 360 kW.
- Esfuerzo de arranque: 119 kN.
- Aceleración media (0-40 km/h.): 0,48 m/s2.
- Deceleración máxima freno de servicio: 0,96 m/s2.
- Deceleración máxima freno de urgencia: 0,96 m/s2.
- Cajas inclinables: Basculación activa.
- Diámetro de rueda nueva: 850 mm.
- Constructor: CAF.

Fotografía 233. Automotor R-598 pasando bajo la estructura de la EX-104 cerca de Castuera. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.10.2.6.-Pesos y Dimensiones

- Longitud total del tren: 75.930 mm.
- Longitud coche motor: 25.425 mm.
- Longitud coche remolque: 23.480 mm.
- Empate de la caja coche motor: 17.734 mm.

Fotografía 234. Automotor R-598 saliendo del túnel de Las Cabras. (Badajoz)

Fuente: Antonio E. Martín Miranda

- Empate de la caja coche remolque: 18.000 mm.
- Empate del bogie: 2.500 mm.
- Anchura de caja: 2.940 mm y altura: 4.170 mm.
- Peso del tren: 151,8 toneladas
- Peso de coche motor: 54 toneladas.
- Peso del coche remolque: 43,8 toneladas.
- Carga por eje: 12,6 toneladas.

2.10.3.- Automotor diesel S-599

Tabla 74. Resumen características del S-599

Serie	
Tipo	Automotor diésel
Fabricante	CAF
Año de fabricación	2008
Unidades fabricadas	50
Configuración	
Composición	M-R-M
Longitud	75.930 mm
Peso	157 tm
Características técnicas	
Ancho de vía	1.668 mm (Ancho ibérico)
Velocidad máxima	160A km/h
Potencia	1.400 kW
Motores	4x382 kW D2876 LUE 623
Número de plazas	185 (1 PMR)
Sistemas de seguridad	ASFA
Mando múltiple	Sí

Fuente: Renfe Operadora

La media de edad de la flota de trenes convencionales de Media Distancia, que ronda los 30 años, se verá ampliamente reducida con la incorporación en los próximos años de 107 trenes de la nuevas series diesel 599 y eléctrica 449, fabricados ambos por CAF (Construcciones y Auxliar de Ferrocarriles).

Fotografía 235. Automotor S-599 cerca de Guadiana. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La serie 599 estará compuesta por 50 trenes y cada composición estará formados por dos coches motores y uno remolque con dos bogies cada uno, que pueden acoplarse formando composiciones de hasta tres unidades, 9 coches, mediante enganches automáticos. Se puede considerar que el sistema de tracción es distribuida ya que los motores se encuentra en los bogies de los coches extremos.

Los trenes de la serie 599 son una evolución de los 598, serie constituida por 21 unidades también fabricadas por CAF que comenzaron a prestar servicio en 2004. Estos trenes también se componen de 2 coches motores con 2 bogies motores y de un coche intermedio, con una potencia de 1.352 kW, menos que los 1.528 kW del 599.

Aunque la explotación inicial de los trenes de la nueva serie 599 se realizará en vía de ancho ibérico, existe la posibilidad de instalar bogies de ancho variable ***Brava*****,** que permiten la circulación tanto por vía de **ancho ibérico como por vía UIC**.

La velocidad máxima es de 160 km/h, con una capacidad de 187 plazas sentadas, (incluyendo una plaza para personas de movilidad reducida (PMR), dos WC (uno estándar y otro para PMR) y una zona multifuncional (con vending, bicicletero y zona de descanso).

Este es un tren de perfil muy aerodinámico, con una imagen exterior en la que dominan las líneas curvas, incluyendo un testero con nariz tipo alta velocidad, un ventanal corrido a lo largo de todo el tren, carenados de techo y faldones bajo el bastidor.

Se describen a continuación los equipos de que dispone:

2.10.3.1.-Caja

Las cajas de todos los vehículos son autoportantes y el diseño de su estructura está basado en perfiles extruídos de grandes dimensiones compuestos por una aleación ligera de aluminio. Estos perfiles son continuos a lo largo del vehículo y se unen mediante soldadura a lo largo de sus bordes y forman la línea exterior del vehículo. La utilización del aluminio tiene el objeto de reducir al mínimo posible la masa del tren y su consumo energético.

Se ha optimizado el diseño con un sistema de absorción de energía ante choque, que mejora la seguridad pasiva del vehículo por medio de dispositivos anticabalgamiento, y estructuras deformables que responden a los requisitos de seguridad para minimizar las consecuencias en caso de impacto frontal.

Los testeros frontales, de forma aerodinámica, están fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Los sistemas de acoplamiento de estos vehículos se encuentran ocultos en los testeros mediante un carenado con un mecanismo de apertura y cierre automático.

El coche intermedio es de piso bajo y está adaptado para personas de movilidad reducida, para lo que incluye tanto rampa de accesos como señalización y mobiliario específico.

2.10.3.2.-Sistemas de tracción y auxiliar

El sistema de tracción se compone de cuatro motores diesel, dos en cada coche motor, con una potencia total de 1.528 kW. Los motores son de 6 cilindros en línea, con inyección directa de combustible.

La transmisión de la potencia del motor al eje motor del bogie se efectúa mediante la turbotransmisión oleodinámica acoplada al reductor del eje mediante una unión cardan.

Gracias a esta motorización distribuida en las cuatro cadenas de tracción, el tren dispone de potencia suficiente para dar unas prestaciones aceptables, incluso en el caso poco probable del fallo en 2 cadenas de tracción simultáneamente.

Por otra parte, la refrigeración de los motores se realiza por agua, cuyos depósitos se encuentran en el techo. Dispone de un depósito de combustible en cada coche con capacidad para 1.400 litros. de gas-oil, lo que le permite una autonomía superior a los 1.000 kilómetros, más de 12 horas de autonomía eléctrica con consumo máximo de calefacción.

La generación eléctrica es independiente de la tracción. Está accionada por dos motores de 183 kW. Cada motor alimenta un alternador de 185 kVA, que da una tensión de salida de 3801220 Vca y 50 Hz para dar energía a los diferentes equipos auxiliares. Estos equipos se encuentran situados en el techo del coche remolque. Este sistema es redundante, funciona normalmente un solo grupo y se alternan en función del número de horas de actividad.

El tren dispone de tres baterías de 24 Vcc (de níquel-cadmio) situadas bajo el bastidor de la caja de cada coche motor y en el techo del coche intermedio. La batería de cada coche motor pone en marcha los dos motores diesel de su propio coche y la batería del coche, el motor del alternador que vaya a entrar en funcionamiento.

Fotografía 236. Interior de un S-599

Fuente: Renfe Operadora

Dos equipos de producción de aire se encuentran instalados bajo el bastidor de la caja del coche intermedio. En funcionamiento normal solo uno de ellos está en servicio.

Para la alimentación de los equipos auxiliares, cada coche dispone de dos grupos motor-alternador independientes de la tracción. Estos grupos electrógenos son capaces de alimentar el 100% de las cargas a máximas prestaciones, lo que permite una redundancia total del sistema. En servicio normal, funcionará sólo uno de los grupos, estando el segundo en espera. Si se produjese un fallo, se arrancaría automáticamente el segundo grupo, sin pérdida de prestaciones del tren. Siempre arrancará el grupo que menos horas tenga de funcionamiento.

2.10.3.3.-Bogies y frenos

El tren dispone de seis bogies, cuatro motores y dos remolques. Ambos tipos están constituidos por un bastidor, dos ejes con sus correspondientes cajas de grasa, suspensión primaria, suspensión secundaria neumática, dispositivo de unión caja-bogie y equipo de freno compuesto por dos discos en eje.

Cada bogie de los coches motores dispone de un eje motor y un eje portante. La suspensión secundaria es de carácter neumático con dos resortes neumáticos (balonas) situados a cada lado del bogie. La suspensión primaria une elásticamente las cajas de grasa con el bastidor del bogie de forma que transmite tanto las cargas verticales (mediante dos paquetes de dos muelles coaxiales verticales), como los esfuerzos de guiado transversales.

El automotor disésel 599 cuenta con la posibilidad de la instalación del bogie de ancho variable **Brava de CAF**, que puede permitir la circulación tanto por vía de ancho ibérico como por vía UIC. El sistema Brava realiza el cambio de ancho de forma automática a unos 30 km/h y sin preparaciones previas ni paradas.

Los bogies motores disponen de areneros. El bogie de lado cabina incorpora además un sistema de engrase de pestaña, un estribo, quitapiedras y los sensores de control de los equipos de seguridad del tren.

El frenado de la unidad se puede realizar empleando el freno de servicio que conjuga el freno hidrodinámico y el freno neumático. La distancia de frenado a 160 km/h es de unos 1.000 metros. La deceleración en freno de emergencia es de 1,1 m/s^2.

El control primario de freno es. En caso de avería el sistema de freno puede controlarse por un mando electroneumático convencional sin pérdida de prestaciones. En cualquier situación existe un canal independiente para un freno de emergencia. También posee un freno de estacionamiento para asegurar la inmovilidad del tren. El freno siempre se inicia utilizando la capacidad de freno hidrodinámico. Cuando este freno no es suficiente se complementa con el freno neumático. El tren dispone también de los sistemas de antibloqueo y antipatinaje en todos los ejes.

Fotografía 237. Automotor S-599 efectuando su salida de Madrid Atocha con destino Badajoz

Fuente: Javier Rubio

2.10.3.4.-Seguridad y comunicaciones

EL tren incorpora el sistema de seguridad **Asfa Digital**. Este equipo, que proporciona un conjunto básico de funciones de **Protección Automática de Trenes (ATP),** procesa la información procedente de la vía supervisando las acciones del maquinista. En la cabina de conducción se dispone de un equipo de radiotelefonía **Tren-Tierra** y otro que opera en la red **GSM-R.**

El tren incorpora un registrador jurídico, donde en un sistema tipo **caja negra**, se registran y graban los parámetros de funcionamiento de todo el tren. Este mismo equipo realiza la función de **sistema de vigilancia (hombre muerto).**

Fotografía 238. Detalle del S-599 en el PK 488/100 cerca de Guadiana. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

El tren dispone de un equipo de detección y extinción de incendios compuesto de diversos sensores de detección situados dentro de caja (salas, armarios,..) y conectados a la central de este equipo y este a la central de diagnóstico que informa al conductor. Los equipos de tracción, generación y depósitos de combustible tienen sus propios sensores y disponen de un sistema semiautomático de extinción de incendios. En caso de detección de un incendio el sistema activará los extintores instalados en los motores y depósito de combustible aunque el maquinista no esté en disposición de accionarlos.

Todos los equipos del 599 están duplicados y optimizados para que un fallo en alguno de los sistemas no suponga la inmovilidad del vehículo. Está dotado del sistema de control (*Cosmos)*, desarrollado por el Departamento de I+D de CAF dentro del proyecto europeo *Rosin*, es un sistema modular de control y supervisión de tren basado en el estándar de comunicaciones de tren.

2.10.3.5.-Características Técnicas

- Constructor: CAF.
- Composición mínima: M1-R-M2.
- Composición múltiple: 3 unidades (9 coches).
- Ancho de vía: 1.668 mm.
- Puertas por costado: 3 de 1200 mm de paso.
- Estructura de caja: Aluminio.
- Velocidad máxima (km/h): 160 km/h.
- Plazas sentadas por unidad del tren: 184 sentadas + 1 PMR.

- Motores de tracción diesel: 4.
- Potencia total de tracción (regimen continuo): 1.400 kW.
- Potencia por motor: 382 kW.
- Motores auxiliares: 2.
- Potencia auxiliar (regimen continuo): 185 kVA.
- Esfuerzo de arranque: 154,61 kN.
- Aceleración media (0-40 km/h): 0,63 m/s^2.
- Deceleración máxima freno de servicio: 1,1 m/s^2.
- Deceleración máxima freno de urgencia: 1,1 m/s^2.
- Elementos redundantes: Equipo de tracción, grupo generador auxiliar, compresor, control de freno sistema control de tren, doble circuito de refrigeración en sistema de aire acondicionado de pasajeros, megafonía.
- Plazas M1: 68.
- Plazas R: 53.
- Plazas M2: 64.
- Plazas totales: 185.

2.10.3.6.-Pesos y Dimensiones

- Peso del tren: 157 toneladas.
- Peso del coche motor M1: 54 toneladas.
- Peso del coche motor M2: 56 toneladas.
- Peso del coche remolque: 48 toneladas.
- Carga por eje: 13,1 toneladas.
- Longitud total del tren: 75.980 mm.
- Longitud coche motor: 25.850 mm.
- Longitud coche remolque: 24.280 mm.
- Empate de la caja coche motor: 17.734 mm.
- Empate de la caja coche remolque: 18.000 mm y empate del bogie: 2.500 mm.
- Anchura de caja: 2.940 mm y altura tren: 4.302 mm.
- Altura piso: M1, M2 1300 mm, R 790 mm
- Diámetro de rueda nueva: 850 mm.

2.10.4.- Locomotora de mercancías de Renfe Serie 333

Tabla 75. Resumen de las características de la locomotora diésel 333

Serie	
Tipo	Locomotora diésel
Fabricante	Macosa, General Motors, Nohab. Reformadas por Alstom.
Año de fabricación	1974
Configuración	
Disposición de los ejes	Co'Co'
Longitud	20,7 m (22,33 m las subseries 300 y 400)
Anchura	3,06 m (3,160 m las subseries 300 y 400)
Altura	4,28 m (4,307 m las subseries 300 y 400)
Peso	120 t
Características técnicas	
Ancho de vía	1668 mm
Velocidad máxima	160 km/h
Potencia	3.345 CV
Motores	1 diésel GM 16-645-E-3 6 eléctricos trifásicos GM D-77
Sistemas de seguridad	ASFA
Mando múltiple	4 (3 las subseries 300 y 400)

Fuente: Renfe

La serie de locomotoras **diésel-eléctricas 333** es una de las que mejor resultado ha dado a Renfe. Fue fabricada en 1974-1976 en Valencia por **Macosa** (después Meinfesa, más tarde GEC Alsthom y a partir de 2005 Vossloh) y correspondían en parte al modelo **GM-26T** de General Motors con diseño mecánico de la empresa sueca **Nohab**. Empezó a entrar en servicio en 1974.

Fotografía 239. Locomotora de la serie 333.345.7 de Renfe mercancías en la estación de Mérida

Fuente Juan Francisco Coloma Miró

Con esta máquina, General Motors introdujo el motor diésel de 16 cilindros con turbo incorporado serie 645 (16-645 E-3), de potencia mayor que su predecesor el 567, para sus locomotoras GM-26 T. El 645 indica la cilindrada en pulgadas cúbicas, que equivale a 10,6 litros por cilindro. También sustituyó el generador principal de corriente continua por un alternador trifásico y un rectificador con diodos de silicio para alimentar con corriente continua a los motores de tracción (6 motores D-77).

Las 333 sustituyeron a las de la serie 340 remolcando los trenes expresos y rápidos en la línea Madrid-Barcelona hasta su electrificación total, y estuvieron adscritas en sus primeros años a los depósitos de Atocha, Fuente de San Luis, Salamanca y Granada. Posteriormente remolcaron tanto trenes de viajeros como de mercancías por la práctica totalidad de la red española. Es notable que las 333.0 dispusieran de una relación de engranajes 59:18, que en Estados Unidos fue empleada para trenes de viajeros o excepcionalmente en mercancías de alta velocidad. Cuando en EEUU la mayoría de estas locomotoras dejaron de prestar esos servicios rápidos, su relación de engranajes fue cambiada a 62:15 y hasta 61:16 (como la de las de la serie 319) para obtener mayor esfuerzo de tracción. En cambio las locomotoras de la serie 333.0 que pasaron a transportar mercancías tuvieron que subir puertos y arrancar con trenes de elevado tonelaje con una relación de engranaje para velocidad máxima de 89 millas por hora, considerada por EMD-GM en EEUU para viajeros.

Fotografía 240. Locomotora de la serie 333.355.6 con tolvas de carbón en Almorochón

Fuente: Alejandro Vozmediano

La serie 333.3 procede de la transformación de locomotoras de la serie 333 efectuada por la factoría Alstom (luego Vossloh). Reciben nueva carrocería, bogies y sistemas de control electrónico. Las nuevas características son: velocidad máxima 160 km/h., un 10 % más de capacidad de arrastre, 30 % más de adherencia y una mayor autonomía debido a su nuevo depósito con capacidad para 7.000 litros de combustible. A parte de Renfe han sido adquiridas por varias compañías privadas para su explotación; Convensa cuenta con dos locomotoras Vossloh 333.3, pero matriculadas como maquinaria de obra, pues al no ser operador ferroviario no se le permite matricularlas como locomotoras y tampoco cuenta con personal homologado para poder circular como maquinistas.

2.10.4.1.-Disposición de los ejes. Clasificación del rodaje según UIC

El tipo de rodaje-tracción de la locomotora se clasifica por los bogies o chasis de las que disponen, identificándose del siguiente modo:

1º Ejes libres: Se denominan con el número de ejes que tienen.

2º Ejes motrices: se denominan mediante una letra, A=1 eje motriz B=2 ejes motrices C=3 ejes motrices D=4 ejes motrices...

3º Si los ejes motrices tienen un motor independiente para cada uno, se les añade “o” y si son bimotores “oo”

4º Se le coloca un apóstrofe (‘) detrás de la clasificación siempre y cuando se trate de un bogie, y no se colocaría cuando los ejes están dentro del chasis de la locomotora.

5º En caso de tracción compuesta, es decir varios vehículos motrices, se relacionarían separándolos por el símbolo +

6º Se colocaran paréntesis ( ) cuando en un mismo bogie haya montados ejes libres y ejes motrices.

En el caso de la locomotora de mercancías 333.3, la disposición de ejes es la Co'Co'. Es decir contiene 2 bogies con 3 ejes motrices cada uno y motores independientes.

Tabla 76. Esfuerzo de tracción de la serie 333 de Renfe (2.550 CV, Co'Co')

Velocidad	
A 23.5 km/h	276 kN
A 40 km/h	aprox. 178 kN
A 60 km/h	aprox. 128 kN
A 80 km/h	aprox. 92 kN
A 100 km/h	aprox. 70 kN
A 150 km/h	47.5
Carga remolcada máxima	760 t con 20 mm/m
Adherencia en el arranque	336 kN (μ=0.28, masa = 120 t)

Fuente: Ferropedia

La locomotora 333.3 empleada actualmente por Renfe Operadora mejora las prestaciones de la 333, con una potencia de 3.345 CV y la siguiente tabla de cargas máximas:

Tabla 77. Comparativa de las locomotoras 333 y 333.3 de las cargas máximas remolcables en función de la rampa característica

Rampa caract.	SERIES DE LOCOMOTORAS	
	333	333,3
0	2.500	2.500
1	2.500	2.500
2	2.500	2.500
3	2.500	2.500
4	2.500	2.500
5	2.300	2.500
6	2.050	2.500
7	1.850	2.390
8	1.680	2.220
9	1.540	2.080
10	1.410	1.950
11	1.310	1.830
12	1.220	1.730
13	1.140	1.620
14	1.070	1.520
15	1.000	1.410
16	940	1.340
17	890	1.280
18	850	1.210
19	800	1.150
20	760	1.100

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró a partir de información de Adif

2.10.5.- Vagones de mercancías en el Cofemanex

Se describen a continuación los vagones de mercancías que están circulando actualmente por el Cofemanex.

2.10.5.1.-Los vagones de mercancías tipo tolva TT4, TT5 y TT8 de Renfe.

Renfe Mercancías dispone de tres tipos principales de vagones tolva, los TT4, TT5 y TT8.[64] Con este tipo de vagón transportan carbón y coque (TT4) y cereales y abonos (TT5 y TT8).

Fotografía 241. Tolva TT5 de Renfe mercancías.

Fuente: Renfe mercancías.

Hasta 1966 Renfe transportaba el cereal en sacos que luego se cargaban en vagones de tipo unificado, a partir de ese año (aunque el Servicio Nacional del Trigo ya disponía de vagones tolva), la empresa pública inicia la adquisición de vagones tolva de cereal a granel, un tipo de transporte mucho más práctico. Han existido muchos tipos de vagones tolva en Renfe, pero en la actualidad los más utilizados son los tipos TT4, TT5 y TT8.

Entre 1970 y 1976, Renfe adquiere los nuevos vagones TT5. Se trata de unos vagones tolva de bogies para transportar cereales, abonos y cargas a granel similares.

[64] José Luis Meijo

Fotografía 242. Tolvas tipo TDGS de Comboios de Portugal para el transporte de cereal. Similar a las TT5 de Renfe.

Fuente: Comboios de Portugal

Los vagones TT5 están divididos en dos subseries, pero son prácticamente iguales. Una diferencia está en la zona superior y la otra está en los bogies, de origen ORE DBE (de TT 571.001 a 300) y otros rodaban con bogies Y21 CSE (571.301 a 700). Las dos bocas de descarga originales fueron reformadas a mediados de los años 90 al tener diversos problemas. Estos vagones han sido alquilados a diversas compañías privadas a lo largo de los años.

En los años ochenta, el transporte de cereales se dispara, no solo en Renfe, también en las compañías privadas que disponían de flota de vagones propia, como Sesostris o Metransa. Por ello Renfe decide la transformación de unos vagones cisterna de la serie RR 310.501 a 602, estos vagones originalmente transportaban Nafta y después de la transformación fueron denominados como vagones tolva TT8.

Fotografía 243. Vagón tipo TT8 de Renfe mercancías

Fuente: Renfe mercancías

Los trabajos de transformación en el primer lote de vagones (TT 576.001 a 049) consistieron en alargarles la caja y el bastidor para aumentar el volumen. Estos vagones disponen de escalerilla lateral para subir al techo, al perder la plataforma. El segundo lote conserva la plataforma y el freno de husillo.

Tanto las TT5 como las TT8 pueden circular en Portugal mediante acuerdos entre las administraciones ferroviarias. Se adjuntan a continuación las características técnicas de los vagones TT5 y TT8 de Renfe:

Tabla 78. Características técnicas de los vagones tolva TT5 de Renfe

Numeración	Nacional TT	571.301 a 571.700(*) 571.113 a 571.694(#)
	Internacional	81710662001-3 a 400-7(* 81715660112-9 a 693-8(#
Características Generales		
Carga Máxima t		56,0
Tara Media t		24,0
Freno		Aire Comprimido
Velocidad Máxima km/h		100
Long. entre Topes m (f)		14,16
Altura Máxima m (g)		4,28(#)/4,25(*)
Altura Boca Descarg. m (h)		0,70
Empate m (i)		8,87
Volumen Útil m^3		75,0
Otras Caracteristicas		
Techo		Articulado
Dimens. Boca Carga m (p)		10,18(#)/10,47(*)x0,50
Descarga		Manual-Central
Nº Bocas Descarga.		2
Dimens. Boca Descarga m (q)		0,90x0,80
Operativa Bª.Descarga		Indiv. desde lateral
Año de Construcción		1.970-1.976

Fuente: Renfe

Tabla 79. Características técnicas de los vagones TT8 de Renfe

Numeración	Nacional TT	576.001 a 576.059
	Internacional	81719335000-3 a 058-1
Características Generales		
Carga Máxima t		54,5
Tara Media t		25,5
Freno		Aire Comprimido
Velocidad Máxima km/h		100
Long. entre Topes m (f)		15,74
Altura Máxima m (g)		4,22
Altura Boca Descarg. m (h)		0,70
Empate m (i)		9,50
Volumen Útil m̂		88,0
Otras Caracteristicas		
Techo		Basculante
Dimens. Boca Carga m (p)		12,00x0,50
Operativa Boca Carga		Volante (A)
Descarga		Central
Nº Bocas Descarga		2 centrales + 2 extremas
Dimens. Boca Descarga m (q)		0,69x0,44+0,36x0,48
Operativa Bª Descarga		Manivelas (B)
Año de Transformación *		1.986

Fuente: Renfe

Los trenes con estos vagones, son arrastrados por locomotoras 333.300 (diésel).

Estos tres tipos de vagones pueden verse prácticamente en toda la red ferroviaria española, pero en la actualidad de una forma muy regular entre Castilla La Mancha-Extremadura y Andalucía.

Durante muchos años los vagones de compañías privadas como Sesostris o Metransa eran los que más circulaban, pero en los últimos años parece que los vagones de Renfe lideran el número de circulaciones por todo el país.

En el Cofemanex los TT5 circulan de Don Benito a Badajoz y continúa hacia Portugal.

Para el transporte del carbón y el coque se emplean vagones TT4, similares a los TT5, anteriormente descritos.

Fotografía 244. Tren carbonero con locomotora 333.348.1 y tolvas TT4 junto al automotor de viajeros R-598 en la estación de Almorchón. Badajoz

Fuente: Juan Sánchez

Los trenes carboneros circulan de la Nava de Puertollano a Almorchón y continúan posteriormente a través del ramal de Córdoba hasta Alhondiguilla.

El tren de coque, parte de Puertollano Refinería tiene de destino la cementera de Alconera (Zafra). Las características técnicas de estos vagones se adjuntan a continuación:

Tabla 80. Características técnicas de las tolvas tipo TT4 para el transporte de carbón

Numeración	Nacional TT	201.001 a 210.610
	Internacional	32716625000-8 a 892-8
Características Generales		
Carga Máxima t		53,0
Tara Media t		27,0
Freno		Aire Comprimido
Velocidad Máxima km/h		100
Long. entre Topes m (f)		18,00
Altura Máxima m (g)		4,00
Altura boca Descarg. m (h)		0,28(1)
Altura Mecanis. Cierre m		0,03(2)
Empate m (i)		12,96
Volumen Útil m^3		70,0
Otras Caracteristicas		
Dimens. Boca Carga. m (p)		11,56x1,75
Descarga		Automática- Central
Nº Bocas Descarga		4
Dimens. Boca Descarg. m (q)		1,70x2,30
Año de Construcción		Inferior- dos a dos (*)
Operativa Bª.Descarga		1.980-1.983

Fuente: Renfe

2.10.5.2.-Los vagones de mercancías abiertos de Renfe, tipo X7

Unos vagones que se utilizaron mucho en el ferrocarril español, en los trenes de mercancías de Renfe.

Fotografía 245. Vagón de Renfe tipo X7

Fuente: Renfe

Desde 1958, Renfe empieza a recibir los vagones de tipo X1, un material rodante pensado para todo tipo de cargas a granel. Renfe disponía por entonces de vagones de mercancías denominados “unificados”, de chasis corto, de dos ejes y en general de poca capacidad, además muchos estaban carentes de freno continuo.

Tabla 81. Características técnicas del vagón abierto X7 de Renfe

Numeración	Nacional X	380.004 a 380.998
	Internacional	41715576884-5 a 41715583993-5
Características Generales		
Carga Máxima t		28,2
Tara Media t		11,8
Peso por Eje t		20,0
Freno		Aire Comprimido
Velocidad Máxima m (g)		100
Long. entre Topes m (f)		9,95
Altura Máxima m (g)		3,23
Altura Piso m (h)		1,23
Empate m (i)		6,00
Dimensiones Interiores		
Largo m (j)		8,75/8,12(*)
Ancho m (k)		2,94
Alto m (l)		2,00
Superficie Útil m^2		25/23,5(*)
Volumen Útil m^3		51,0/47,0(*)
Otras Características		
Ancho Útil Puertas m (p)		1,45
Alto Útil Puertas m (q)		1,15
Año de Transformación (#)		1.987-1.988/ 1.999-2.000

Fuente: Renfe

La necesidad de Renfe de transportar carbón, madera, chatarra y otras materias primas de máxima necesidad, hizo que la empresa nacional optara por este tipo de vagones, de poco peso por eje, lo que los convertía en un modelo “universal”, apto para toda la red española, incluso para las líneas con menos aguante ante los grandes tonelajes, pero también se podía disponer de unos vagones con freno continuo, sin necesidad de poner a personal realizando la función de guardafrenos en los vagones.

Fotografía 246. Chatarrero con vagones X7 saliendo de Puertollano hacia Mérida

Fuente: Juan Sánchez

En 1987 las mercancías de Renfe necesitaban unos vagones de bordes máximos para el transporte de madera, por ello se decidió remodelar una serie de vagones X1, estas mejoras consistían sobre todo en el aumento de la altura de los bordes, para aumentar el volumen de la carga transportada. La caga habitual solía ser la madera, pero más adelante el trasporte de chatarra adquirió relevancia.

Estos vagones se utilizan en el chatarrero Vicálvaro (Madrid)-Puertollano-Mérida-Zafra. Tienen dos decoraciones diferentes, el color rojizo y el verde.

Se trata de unos vagones de mercancías muy útiles y prácticos. Renfe hace décadas, necesitaba unos vagones para transportar muchas cargas a granel, que por entonces eran muy habituales, además estos vagones podían circular por todas las líneas, incluso por las que menos peso resistían, de hecho la mayoría de estos vagones acabaron sus días en las líneas secundarias, las de menor calidad en su infraestructura, solo los X7 han sabido sobrevivir a los cambios, especializándose en determinadas mercancías.

2.10.5.3.-Vagón cisterna tipo RR92

Vagón de mercancías especialmente destinado al transporte de graneles fluidos.

Fotografía 247. Vagón cisterna tipo RR-92 de Renfe

Fuente: Renfe

En 2007, Renfe Operadora adquirió 60 vagones cisterna del **modelo RR92** y otros 50 vagones plataforma tipo MM para la Dirección General de Servicios de Mercancías y Logística.

En el Cofemanex circula amoniaco de Tramesa-Fertiberia entre Puertollano Refinería y Lisboa.

Fotografía 248. Tren de amoniaco con tolvas RR92 junto al automotor de viajeros R-598 en Almorchón. Badajoz

Fuente: Juan Sánchez

Fotografía 249. Vagón cisterna de Ermewa, similar al RR-92 de Renfe en la estación de Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Las características de este tipo de vagones son las siguientes:

Tabla 82. Características técnicas de los vagones cisterna tipo RR-92 de Renfe

Numeración	Nacional RR	310.701 a 310.722
	Internacional	32717836001-9 a 022-5
Características Generales		
Carga Máxima t		65,5
Tara Media t		24,5
Freno		Aire Comprimido
Velocidad Máxima km/h		120
Long. entre Topes m (f)		16,74
Altura Máxima m (g)		4,265
Empate m (i)		11,70
Capacidad l		85.000
Otras Caracteristicas		
Nº Bocas de Carga		1
Diámetro Bocas de Carga mm (p)		498
Nº Bocas de Descarga		2
Diámetro Ext. Bocas Descª mm (q)		104
Año Construcción		2.001-2.002

Fuente: Renfe

Entre Badajoz y Portugal también existe circulación de amoniaco con vagones Ermewa remolcados por locomotoras 2600 de Combios de Portugal.

2.10.5.4.-Los vagones plataforma de Renfe Mercancías tipo MMMC1

Estos vagones plataforma son los principales de Renfe para el transporte de contenedores.

Actualmente cargan contenedores con aproximadamente 650 toneladas de tomate envasado en bidones, que salen de Mérida con destino al puerto de Lisboa.

Fotografía 250. Vagón plataforma de Renfe cargando un TEU

Fuente: Renfe

También hay otros con tomate y fruta de hueso que transitan hacia el puerto de Huelva para embarcar hacia los puertos de Rotterdam y Ámsterdam. Por el momento, los trenes son de unos 400 metros de longitud y de unas 1.000 toneladas cada uno.

El cuadro con las características de estos contendores se adjunta a continuación:

Tabla 83. Características técnicas de los vagones MMMC1 de Renfe

Numeración	Nacional MMC	455.000 a 455.199
	Internacional	81714566000-4 a 199-4
Características Generales		
Carga Máxima t		93,0
Tara Media t		27,0
Freno		Aire Comprimido
Velocidad Máxima km/h		120
Long. entre Topes m (f)		27,10
Altura Máxima m (g)		-
Altura Apoyo Contenedores m (h)		1,18
Empate m (i)		10,70
Dimensiones Interiores		
Largo m (j)		25,860
Ancho m (k)		2,720
Supercie Útil m²		-
Otras Características		
Cambiador de Potencia		Dispositivo autocontinuo
Aptos para Tráfico Internacional		No
Año de Construcción		1.989-1.990

Fuente: Renfe

2.10.6.- Trenes de mercancías en el Cofemanex

Los trenes de mercancías que circulan actualmente en el Cofemanex son los siguientes:

2.10.6.1.-Tráfico de carbón:

4 trenes de carbón diarios (de lunes a viernes), 2 de ida y 2 de vuelta, incluso algunos días han llegado hasta 6, 3 de ida y 3 de vuelta, de la Nava de Puertollano a Almorchón. Estos trenes luego siguen, vía Córdoba, hasta Alhondiguilla, a la central térmica de Puente Nuevo. Son composiciones tracciondas por locomotoras diesel de la serie 333.3 con 15 tolvas tipo TT4 de 4 ejes, con un peso total de 900 t (composición entera cargada incluyendo locomotora) y una longitud de 300 m. La locomotora pesa 120 t, y cada tolva 27 t en vacío y 53 cargada. Es el tráfico más estable de la línea.

Fotografía 251. Carbonero en las proximidades de Almorchón. Badajoz. Locomotora 333.3, vagones TT4.

Fuente: Javier Rubio

2.10.6.2.-Tráfico de amoniaco de Tramesa-Fertiberia

Un tren entre Puertollano Refinería y Lisboa. Suele circular los lunes, martes y miércoles (ida y vuelta), aunque no es fijo. Son composiciones tracciondas por locomotoras diesel de la serie 333.3 con 11-12 cisternas tipo RR92 de 4 ejes, con un peso total de 900 t (composición entera cargada incluyendo locomotora) y una longitud de 220 m. La locomotora pesa 120 t, y cada cisterna 24,5 t en vacío y 65 cargada.

Fotografía 252. Tren de amoniaco en cabeza del Buey. Badajoz. Locomotora 333.3, vagones RR92

Fuente: Javier Rubio

2.10.6.3.-Tráfico de coque

Un tren entre Puertollano Refinería y la cementera de Alconera (Zafra). Suele circular uno o dos días a la semana (ida y vuelta), aunque no es fijo. La composición es la misma que para los trenes de carbón, es decir están compuestas por locomotoras diesel de la serie 333.3 con 15 tolvas tipo TT4 de 4 ejes, con un peso total de 900 t y una longitud de 300 m. La locomotora pesa 120 t, y cada tolva 27 t en vacío y 53 cargada

Fotografía 253. Tren de coque en Puertollano refiniería.Ciudad Real. Locomotora 333.3, vagones TT4

Fuente: Juan Sanchez

2.10.6.4.-Tráfico de cereal

Un tren entre Don Benito y Badajoz (sigue a Portugal). Suele circular un día a la semana (ida y vuelta), aunque no es fijo. La composición está formada por locomotoras 333.3 y 15-20 tolvas tipo TDGS de CP (Comboios de Portugal) de 2 ejes. Son composiciones de unos 200 m de longitud y unas 600 t de peso cargadas.

Fotografía 254. Tren de cereal en la estación de Don Benito (Badajoz). Locomotora 333.3, vagones TT5

Fuente: Antonio E. Martín Miranda

2.10.6.5.-Tráfico de chatarra

Tren que hace el recorrido Vicálvaro (Madrid)-Puertollano-Mérida-Zafra, con un servicio semanal de ida y vuelta, normalmente los martes o miércoles. Circula por lo menos hasta fin de año de 2014. Este tren está formado por una locomotora diesel 333.3 y entre 14 y 16 vagones tipo X7 de 4 ejes. Cada vagón tiene 14 m de largo, pesa 22, 5 t en vacío y 57,5 t cargado. Las composiciones sueles ser como máximo, incluyendo la locomotora, de 250 m de largo y 1.000 t de peso (cargada).

Fotografía 255. Chatarrero saliendo de Mérida hacia Puertollano. Locomotora 333.3, vagones X7

Fuente: Alejandro Martín Medina

2.10.6.6.-Tráfico de contenedores intermodal

Tren portacontenedores con salidas martes y jueves (ida y vuelta), cargado contenedores con aproximadamente 650 toneladas de tomate envasado en bidones, que parten de Mérida con destino al puerto de Lisboa. Precisamente, desde el país vecino se distribuyen por mar a diferentes puertos de Italia y del norte de Europa, entre ellos Ámsterdam y Rotterdam. También existe un tren semanal de ida y vuelta desde Mérida hasta el puerto de Huelva, desde donde sale un barco a los puertos de Rotterdam y Ámsterdam. Se carga tomate y fruta de hueso. Por el momento, los trenes son de unos 400 metros de longitud y de unas 1.000 toneladas cada uno.

Fotografía 256. Tren portacontenedores entrando en el centro logístico de San Lázaro de Mérida. Locomotora 333.3, vagones MMMC1

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.10.7.- Conclusiones sobre el material rodante

Como se ha descrito en este apartado el material rodante del Cofemanex ha sido recientemente renovado en 2012 por lo que se trata de material moderno y adecuado para los servicios prestados.

2.10.7.1.-Viajeros

Los automotores **R-598 y S-599** que prestan los servicios regionales (**Regional Expres**) e interregionales (**Intercity**) son los idóneos para prestar este tipo de servicios. Se trata de los automores diésel más modernos de Renfe Operadora. Las velocidades máximas que se alcanzan con este tipo de automotores son de 160 km/h, y por tanto se adecuan a la situación de la infraestructura ferroviaria actual. Tan solo en el tramo Garrovilla-Badajoz se podrían alcanzar velocidades mayores

Fotografía 257. Automotor Alvia de la serie 730 (híbrido)

Fuente: David Gubler

Una vez que se electrifiquen los tramos del Cofemanex será necesario ir renovando el parque rodante para aprovechar la electrificación de la línea. Es de esperar que con la llegada del tren de altas prestaciones se puedan ir introduciendo automotores **Alvia Serie 730 (Híbrido)** o algún automotor de la **serie Avant** que consiguen **220 km/h en ancho ibérico y 250 km/h en internacional.**

2.10.7.2.-Mercancías

Las locomotoras que se emplean en el Cofemanex para el transporte de mercancías son las de la **serie 333**. Las locomotoras de la serie 333.3 permiten transportar mercancías de más **de 1.000 t con pendientes máximas del 20 ‰** (que no existen en el Cofemanex) y casi 2.000 t para pendientes máximas del 10 ‰.

Se trata por tanto de valores muy adecuados para el transporte de mercancías que se está produciendo actualmente en la línea, y están preparadas para realizar los transportes que sean demandados en el futuro próximo.

Fotografía 258. Locomotora de la serie 333.3 remolcando vagones de carbón en Almorchón. Badajoz

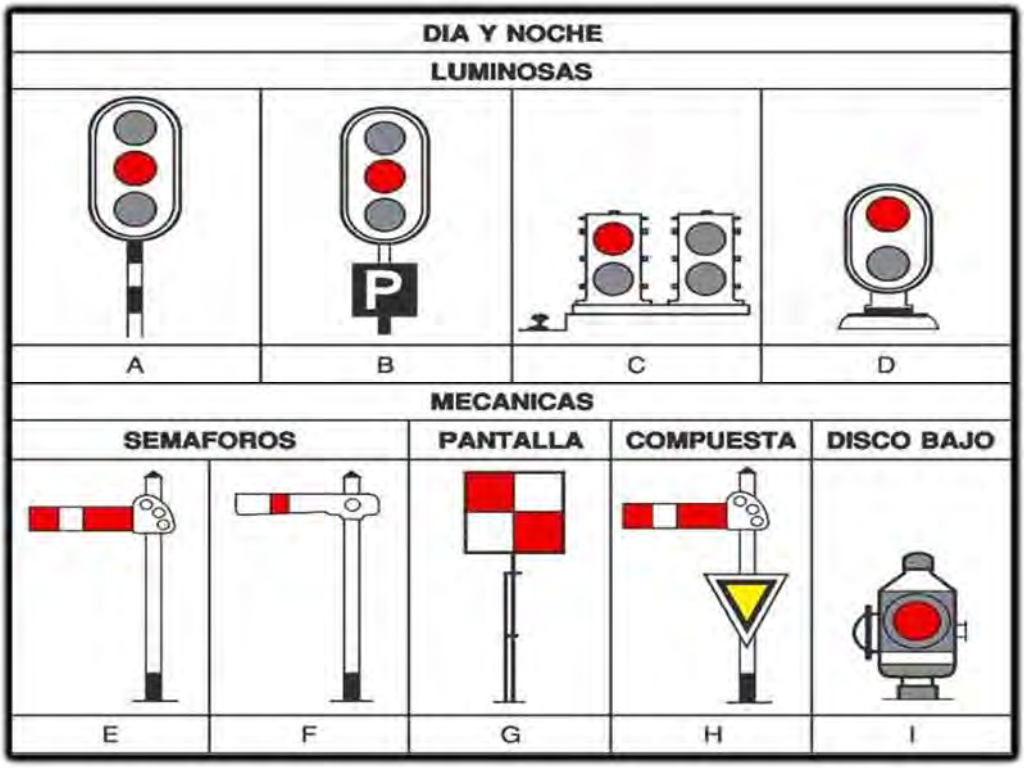
Fuente: Alejandro Vozmediano

2.11.- SEÑALIZACIÓN, INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y TIPO DE BLOQUEOS EN EL COFEMANEX

2.11.1.- Señalización del Cofemanex

Existen dos tipos de señalización en el Cofemanex.

Gráfico 185. Tipo de señales de parada



Fuente: Adif. Reglamento General de Circulación.

2.11.1.1.-Señalización luminosa.

Las indicaciones se regulan por semáforos luminosos.

Este tipo de señalización se tiene de Badajoz a Villanueva de la Serena (118,3 km) y de Brazatortas-Veredeas a Puertollano. (18,9 km). Se tienen por tanto un total de 137,2 km de señalización luminosa.

Fotografía 259. Señalización luminosa en el PK 507/700 , bajo la autovía A-5 en Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.11.1.2.-Señalización mecánica

La indicaciones se regulan a través de semáforos mecánicos o pantallas.

En el Cofemanex se tiene este tipo de señalización en la mayor parte de su recorrido. Se extiende de Villanueva de la Serena a Brazatortas-Veredeas en un total de 161,5 km

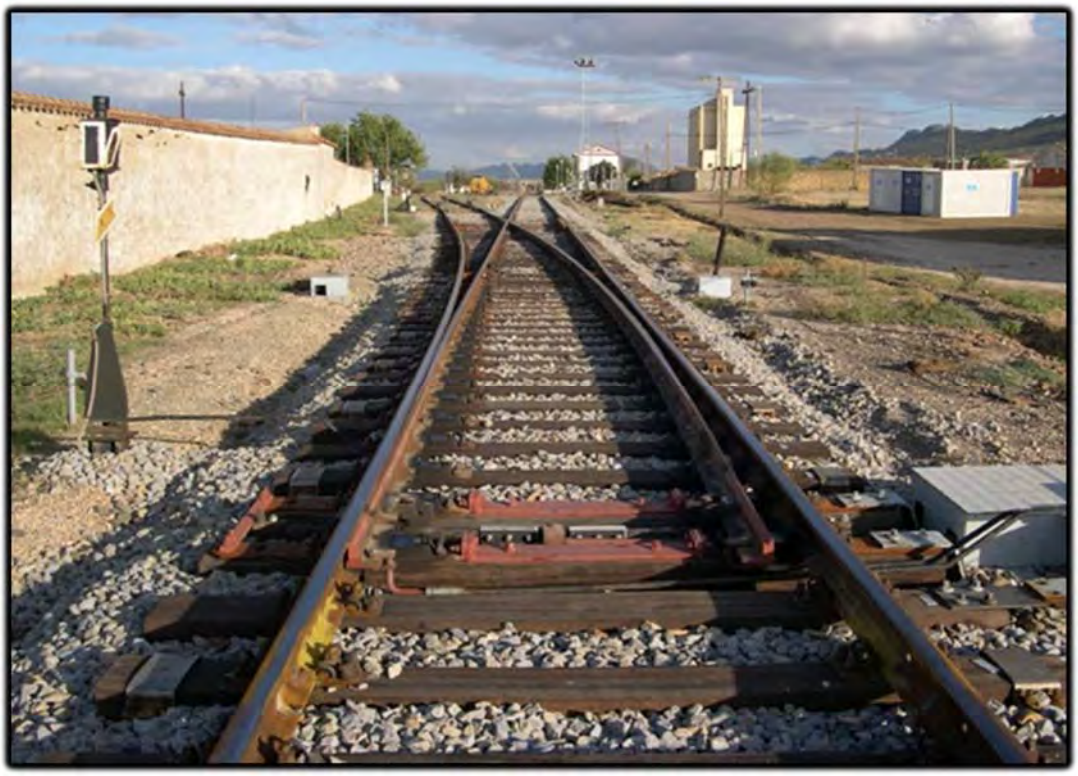
Fotografía 260. Señalización mecánica en Almorchón. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 261. Desvío manual en Carcaollera. Ciudad Real. Al fondo semáforo mecánico

Fuente: Antonio E. Martín Miranda.

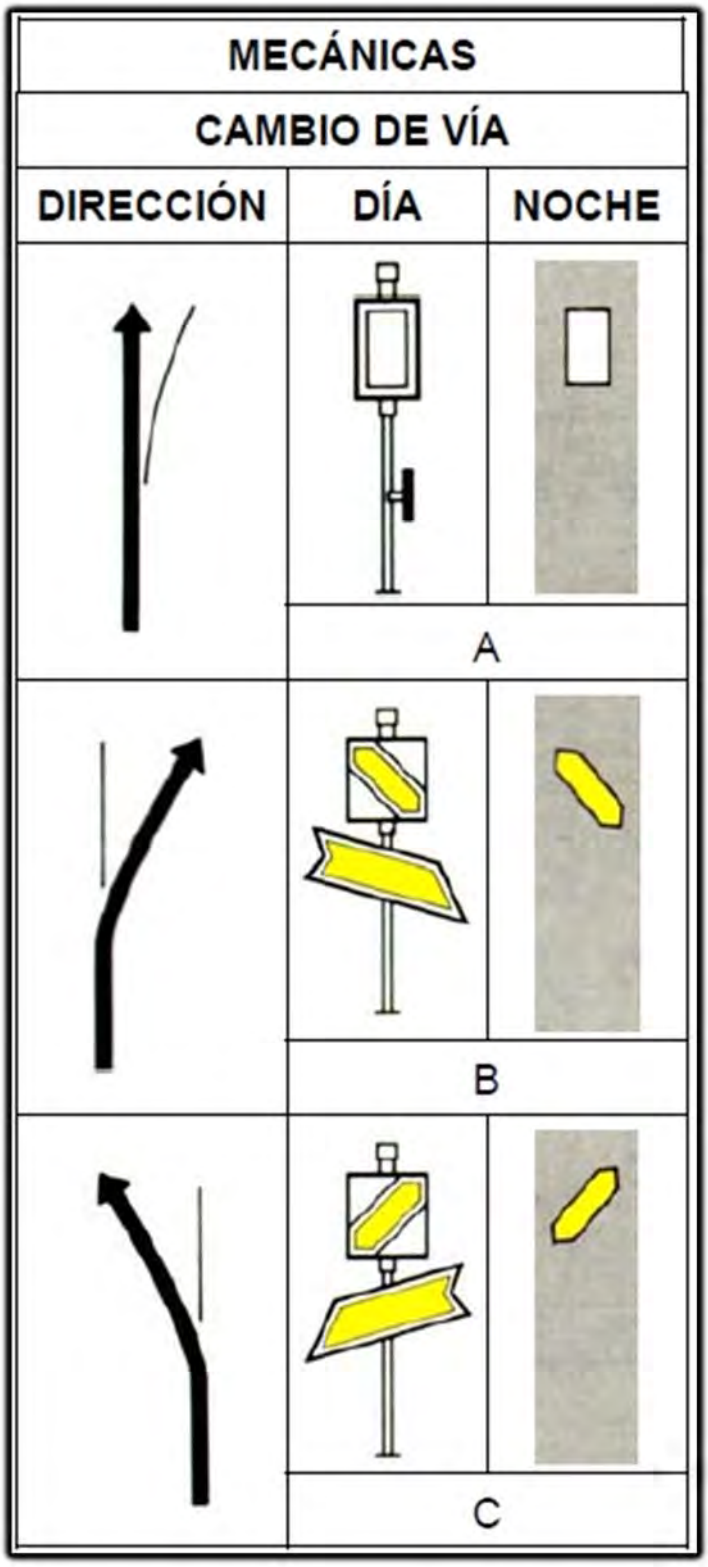
Fotografía 262.Desvío mecánico en Castuera. Badajoz



Fuente: Antonio E. Martín Miranda

La señalización de los desvíos también puede ser luminosa o mecánica.

Gráfico 186. Indicadores de posición de agujas



Fuente: Adif. Reglamento General de Circulación

Fotografía 263. Señalización mecánica de desvío en Almorchón. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 264. Detalle de la señal mecánica

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Existen una serie de órdenes e indicaciones que se señalizan a través de **cartelones en el Cofemanex.**

Gráfico 187. Cartelones

ASPECTO		ÓRDENES E INDICACIONES
A		Ordena: Al Agente de conducción, dar el silbido de atención. Podrá llevar una leyenda indicadora de la causa; personal de infraestructura en la vía, paso a nivel, etc.
B		Indica: La proximidad de un apeadero y está situado a la distancia de frenado del mismo.
		Indica: La proximidad del eje del apeadero y está situado a 100 m del mismo.
C		Indica: Que la parada en el apeadero es facultativa, cuando se presente en el mástil de las señales de proximidad del mismo.
D		Indica: La proximidad en metros, a la que está situado el PN (el número lo es a título de ejemplo).
E		Indica: El punto donde comienza (o donde termina) el circuito eléctrico del PN.

Fuente: Adif. Reglamento General de Circulación

Fotografía 265. Señal de proximidad del eje del apeadero en la estación de Campanario. Badajoz

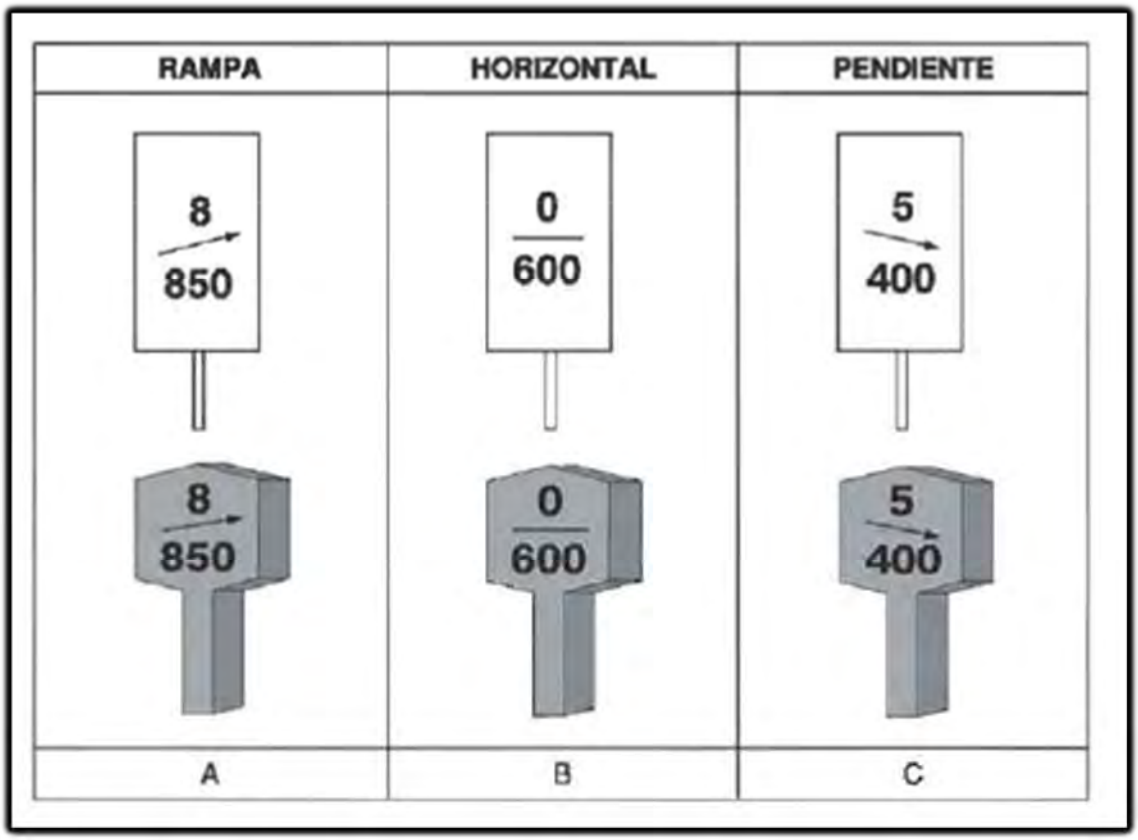
Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 266. Señal de silbido de atención cerca de la estación de Castuera. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

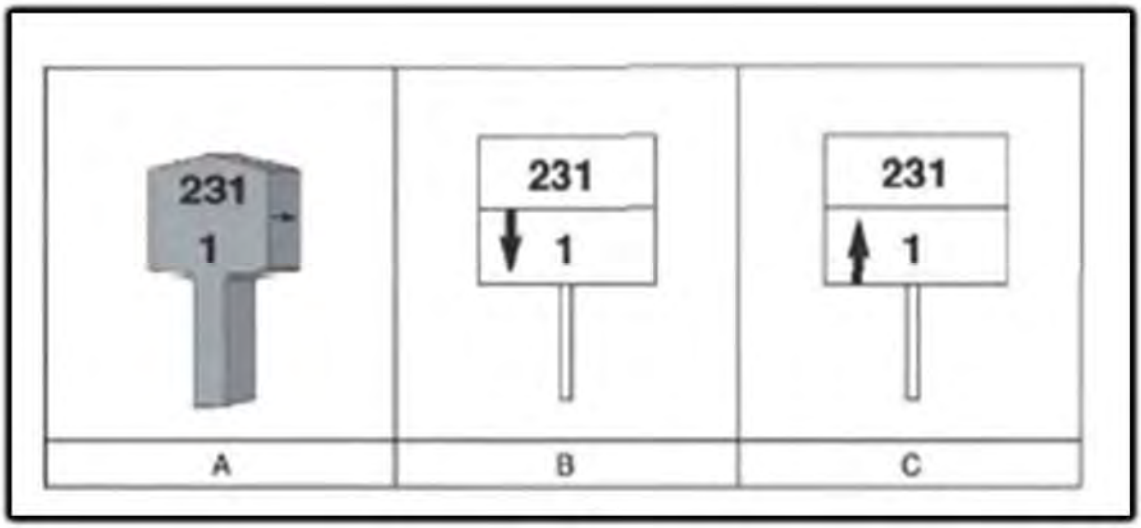
Los indicadores de **desnivel y los postes kilométricos** se señalizan de la siguiente forma:

Gráfico 188. Indicadores de desnivel



Fuente: Adif. Reglamento General de Circulación

Gráfico 189. Postes kilométricos y hectométricos



Fuente: Adif. Reglamento General de Circulación

Fotografía 267. Señal de rampa en el puente sobre el río Gévora de Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 268. Poste kilométrico cerca de Villanueva de la Serena

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Para el preaviso y aviso de limitación de velocidad se utilizan los siguientes tipos de señales:

Gráfico 190. Preanuncio de velocidad limitada

Fuente: Adif. Reglamento General de Circulación

Gráfico 191. Anuncio de velocidad limitada

Fuente: Adif. Reglamento General de Circulación

Fotografía 269. Preanunacio de velocidad limitada en el PK 471/000 en Torremayor. Badajoz

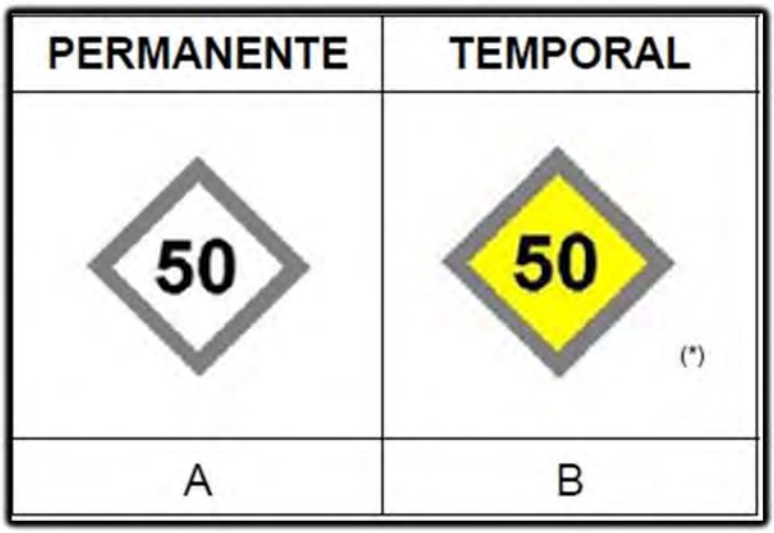
Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 270. Anuncio temporal de limitación de velocidad en Aljucén. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

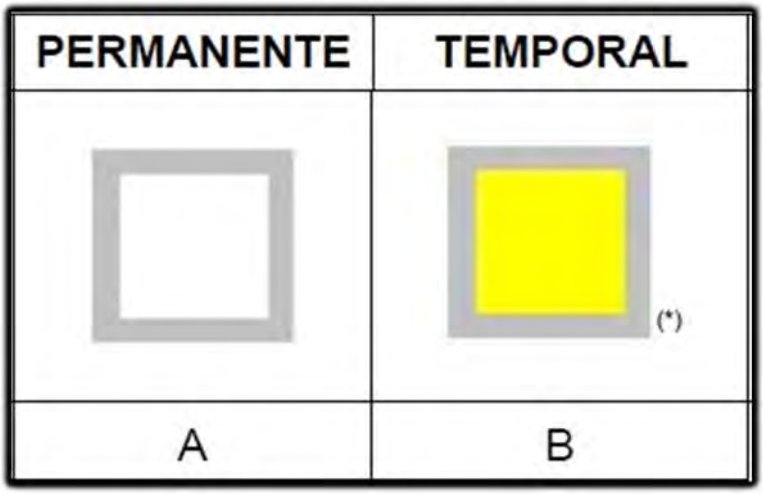
Para la **limitación de velocidad y fin de la limitación** se emplean las siguientes señales:

Gráfico 192. Velocidad limitada



Fuente: Adif. Reglamento General de Circulación

Gráfico 193. Fin de velocidad limitada



Fuente: Adif. Reglamento General de Circulación

Fotografía 271. Limitación de velocidad entre Mérida y Aljucén. Badajoz

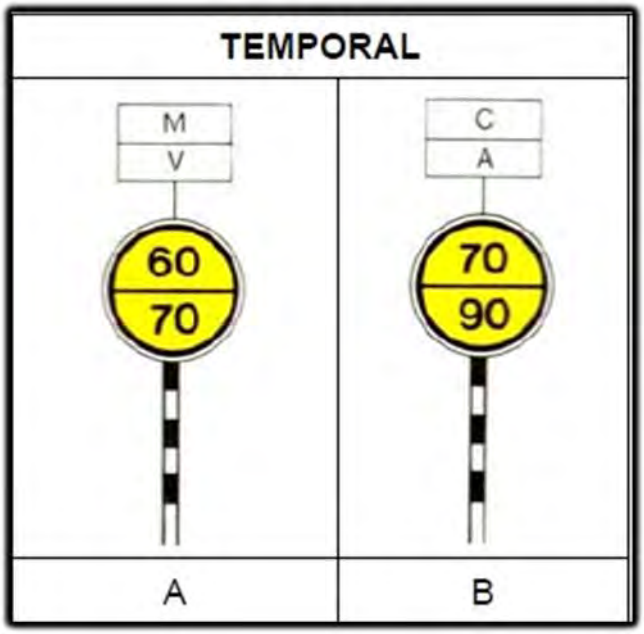
Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 272. Fin de limitación de velocidad en Campanario. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Existen otros tipos de señales específicas para distintos tipos de vehículos, como mercancías, viajeros, trenes convencionales, automotores o trenes de viajeros tipo N, A y B.

Gráfico 194. Limitación temporal de velocidad para distintos tipos de trenes. M: mercancías, V: viajeros. C: convencional y locomotoras, A: Automotores

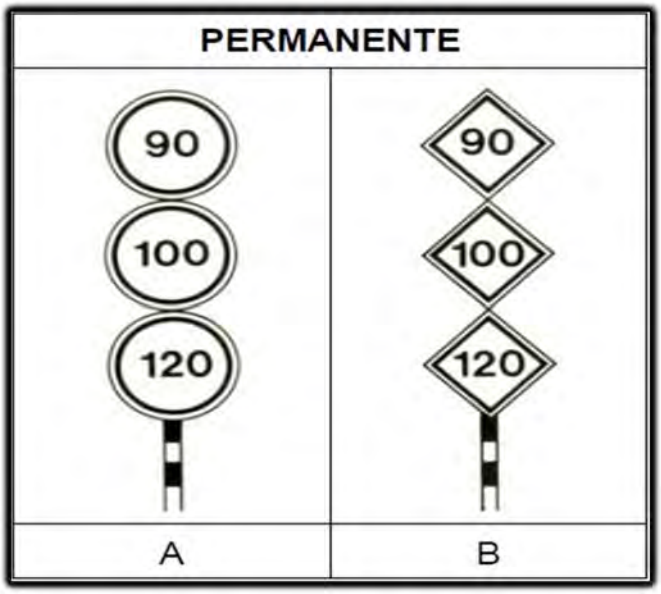


Fuente: Adif. Reglamento General de Circulación

Fotografía 273. Limitación de velocidad 50 km/h mercancías y 90 km/h viajeros a la salida de Almorchón

Fuente: Narciso Rodríguez Montilla

Gráfico 195. Señalización de aviso y limitación de velocidad para vehículos tipo N, A y B respectivamente



Fuente: Adif. Reglamento General de Circulación

Fotografía 274. Anuncio de velocidad limitada en 418/800 en Valdetorres. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.11.2.- Instalaciones de seguridad

La Red gestionada por Adif cuenta con sistemas de señalización y bloqueo de diversas tecnologías, siendo la tendencia el uso de enclavamientos electrónicos con telemando centralizado (**CTC**) en los **Puestos de Mando y en los Centros de Regulación y Control**.[65]

2.11.2.1.-Enclavamiento

El enclavamiento es un conjunto de elementos físicos y lógicos que, en el ámbito geográfico de una estación o dependencia de circulación, efectúa automáticamente las órdenes, supervisión y comprobaciones de las maniobras, inmovilizaciones, liberaciones y demás acciones imprescindibles para el correcto funcionamiento de la totalidad de los elementos de señalización ferroviaria dispuestos bajo su control, así como de los sistemas auxiliares que en cada caso hayan de considerarse, en cumplimiento de la funcionalidad establecida en el correspondiente **Programa de Explotación**.

La operación sobre el enclavamiento puede realizarse de forma local, desde un puesto de operador en un Gabinete de Circulación y de forma remota desde los sistemas de **Control de Tráfico Centralizado (CTC).**

Según la tecnología empleada, los sistemas de enclavamientos se clasifican en:

– **Enclavamientos electrónicos (ENCE),** basados en microprocesadores.

– **Enclavamientos eléctricos**, que utilizan lógica de relés, y que según la arquitectura empleada reciben diferentes denominaciones: módulos geográficos, cableado libre, etc.

– **Enclavamientos mecánicos**, cuyas autorizaciones se basan en la relación de llaves y levas, siendo la transmisión de la posición de agujas y señales generalmente mecánica.

Para la detección del tren se dispone de:

2.11.2.2.-Circuitos de Vía (CDV)

El circuito de vía detecta la ocupación, por un vehículo ferroviario, de una cierta sección de vía. Cuando cualquier material entra en la zona protegida por el circuito de vía, éste informa de su estado de ocupación al enclavamiento.

[65] Informe de la Comisión técnico-científica para el estudio de mejoras en el sector ferroviario. Ministerio de Fomento. 2014

Fotografía 275. Circuito de vía (CDV) protegido por semáforo cerca de la estación de Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Cuando el vehículo ferroviario abandona la zona protegida por el circuito de vía, éste informa de modo seguro al enclavamiento de que se ha desocupado el área del mismo.

Se usa la vía como si fuera un cable. Cuando la tensión del transformador llegue al relé, la vía estará libre, y se dice que el circuito está "**libre**". Cuando haya un tren en el circuito, provocará un cortocircuito en la vía y la tensión no llegará al relé. Se dice que el circuito está "**ocupado**"

Este sistema permite meter tantos trenes como tramos en los que hayamos dividido nuestra vía. Cada uno de estos tramos se llama "**cantón**". Suele tener longitudes de unos 1.500 m normalmente, aunque varía en función del tipo de línea y de su tráfico.

Al principio de cada circuito se pone una señal que, si el circuito está ocupado, no permite el paso, y si el circuito está libre, sí lo permite. Es decir, **un semáforo que se pone rojo o verde**.

Estos sistemas de detección del tren son los empleados en los **bloqueos automáticos (BA).**

En el Cofemanex se tienen circuitos de vía exclusivamente entre Mérida y Badajoz.

2.11.2.3.-Contadores de Ejes (CE)

El contador de ejes localiza al tren en una determinada sección de vía, por medio de la contabilización del paso de ejes en los extremos de la sección. El enclavamiento recibe una información de ocupación / liberación de la sección de vía controlada por el contador, de forma segura.

Los contadores de ejes son unos aparatos instalados en los carriles que son capaces de saber si una rueda ha pasado por ahí o no, y además, son capaces de contar cuántas

ruedas han pasado. Se ponen dos pedales en cada contador para poder determinar la dirección en la que ha pasado el tren.

Se cuentan los ejes que pasan por el contador de A y se cuentan los ejes que pasan por el contador de B. **Si el número es el mismo, se libera el cantón. Si no, permanece ocupado**.

Este sistema de detección del tren es el empleado en los **bloqueos de liberación automática (BLA).**

En el Cofemanex se tienen contadores de ejes en el tramo Villanueva de la Serena - Mérida y en el tramo Brazatortas Veredas –Puertollano.

Fotografía 276. Contador de ejes (CE) en la estación de Don Benito. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.11.3.- Sistemas de Bloqueo

2.11.3.1.-Bloqueo de Control Automático (BCA)

La distancia de seguridad se mantiene regulando la velocidad del tren, de modo que en ningún momento se supere una velocidad límite, que el maquinista recibe de forma continua mediante señalización en cabina. Existen distintos sistemas de BCA en la Red gestionada por Adif.

En el Cofemanex no se dispone de este tipo de bloqueo.

2.11.3.2.-Bloqueo de Señalización Lateral (BSL)

La distancia de seguridad entre trenes se garantiza mediante las **indicaciones de las señales**. Es similar al BA que se define a continuación, pero especifico de líneas de alta velocidad. El Cofemanex no dispone de este tipo de bloqueo.

2.11.3.3.-Bloqueo de Liberación Automática (BLA)

Este bloqueo cuenta, en general, **con un solo cantón entre estaciones**, el cual está protegido de manera automática **por señales y dispositivos contadores de ejes**.

Fotografía 277. Señal luminosa en el Bloqueo de Liberación Automática (BLAU) y sistema ASFA en el PK399/700 cerca de la estación de Don Benito. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

En función de las condiciones de señalización y de vía, se distinguen el **Bloqueo de Liberación Automático de Vía Única (BLAU) y el Bloqueo de Liberación Automático de Vía Doble (BLAD).** El Cofemanex tiene este tipo de bloqueo entre Villanueva de la Serena y Mérida por un lado y entre Brazatortas-Veredas y Puertollano por otro.

2.11.3.4.-Bloqueo Automático (BA)

Cuenta, en general, **con cantones intermedios entre estaciones, los cuales quedan protegidas de manera automática por las señales**. En función de las condiciones de señalización y de vía, se distinguen el Bloqueo Automático de Vía Única (BAU), el Bloqueo Automático de Vía Doble (BAD), y el Bloqueo Automático Banalizado (BAB).

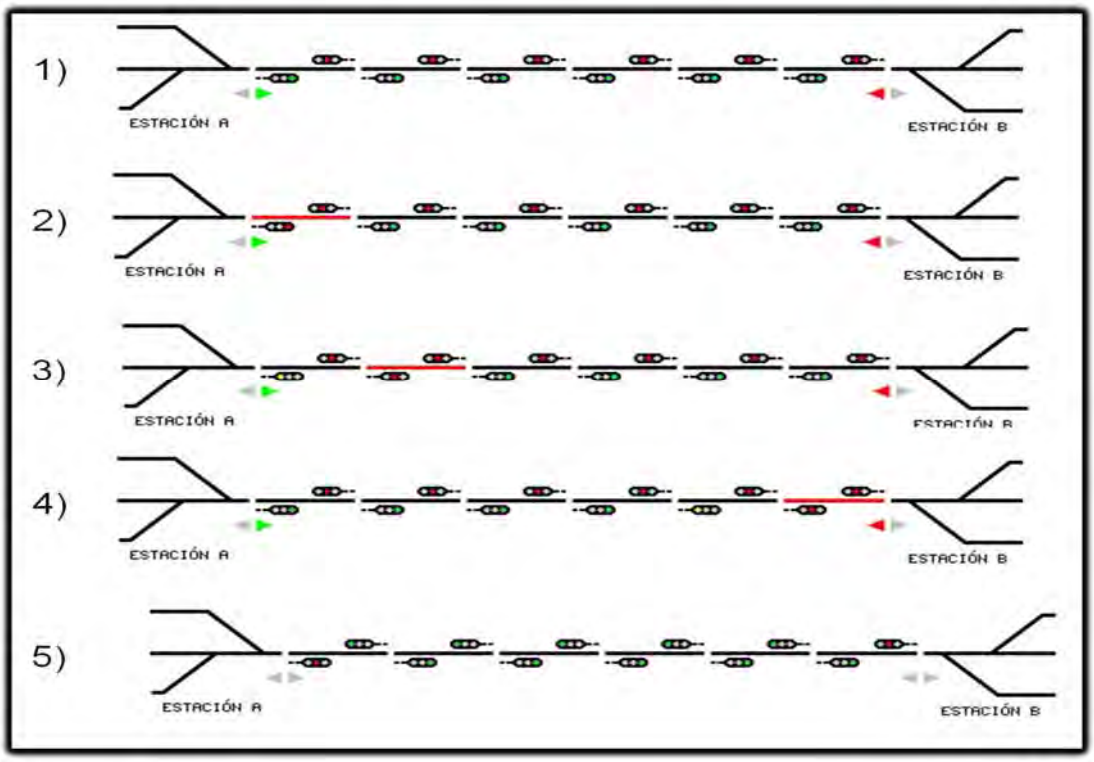
Fotografía 278. Señal luminosa en el Bloqueo Automático (BAU) y sistema ASFA en el PK 494/800 en el Fresnal (Badajoz)

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

El funcionamiento semafórico sigue el siguiente orden:

1) Bloqueo establecido en sentido A-B
2) El tren en el primer cantón
3) El tren en la segunda sección de bloqueo
4) El tren a punto de entrar en "B"
5) El trayecto desbloqueado
6) En el Cofemanex se tiene este tipo de Bloqueo exclusivamente entre Mérida y Badajoz.

Gráfico 196. Funcionamiento semafórico de un bloqueo automático BAU



Fuente: Santiago López

2.11.3.5.-Bloqueo Telefónico (BT)

El bloqueo de los cantones entre dos estaciones abiertas se asegura mediante transmisión de **telefonemas entre los Jefes de Circulación**.

En el Cofemanex es el tipo de bloqueo más extendido pues se tienen un total de 161,5 kilómetros con bloqueo telefónico. Desde la estación de Villanueva de la Serena (PK 394/100) hasta la de Brazatortas-Veredas (PK 232/600) se tiene todavía este tipo de bloqueo.

Esta es una de las principales causas que motiva la saturación de la línea en este tramo, como lo refleja **Adif en su Manual de Capacidad y en sus mapas de saturación de líneas.** [66]

Es importante destacar que el mayor número de circulaciones se produce entre Mérida y Badajoz y sin embargo, este trozo de línea no se encuentra saturado debido a sus modernos sistemas de control de tráfico.

Una vez pasada Villanueva de la Serena y hasta Brazatortas, existe una gran saturación de la línea condicionada por el mal control de la circulación que se hace con el bloqueo telefónico. Estos bloqueos impiden la circulación de dos trenes a la vez entre dos estaciones. Hasta que un tren no llega a una estación no puede tomar la salida otro que necesite ese tramo de vía.

Por tanto, para poder descongestionar la línea e introducir el control necesario para la circulación de trenes de viajeros y mercancías que el Cofemanex demanda, es necesario sustituir el bloqueo telefónico existente en estos 161,5 km y dotarlo de un bloqueo más moderno basado en pequeños tramos con contador de ejes (BLAU) como el que se tiene entre Mérida y Villanueva de la Serena o mejor aún con circuitos de vía (BAU) como el empleado con éxito entre Mérida y Badajoz.

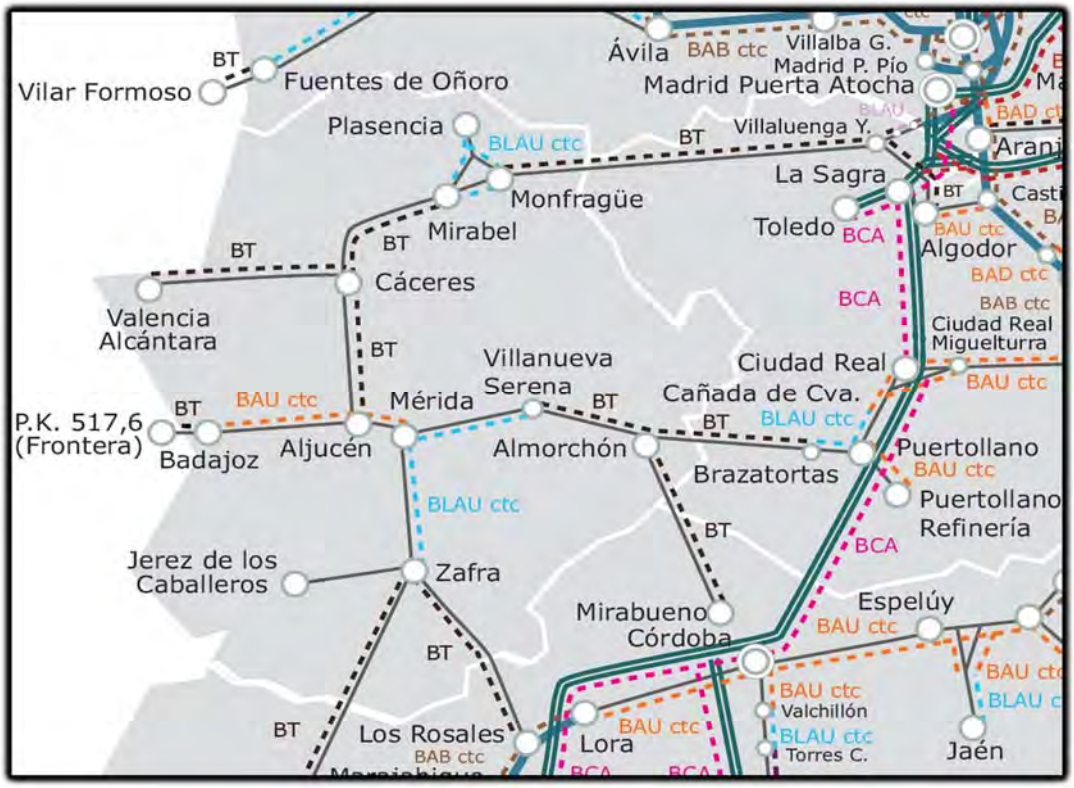
[66] Manual de Capacidad de Adif. Diciembre 2010

A continuación se adjuntan los mapas de Bloqueos e instalaciones de seguridad en el Cofemanex.

Gráfico 197. Bloqueos en la RFIG de Adif

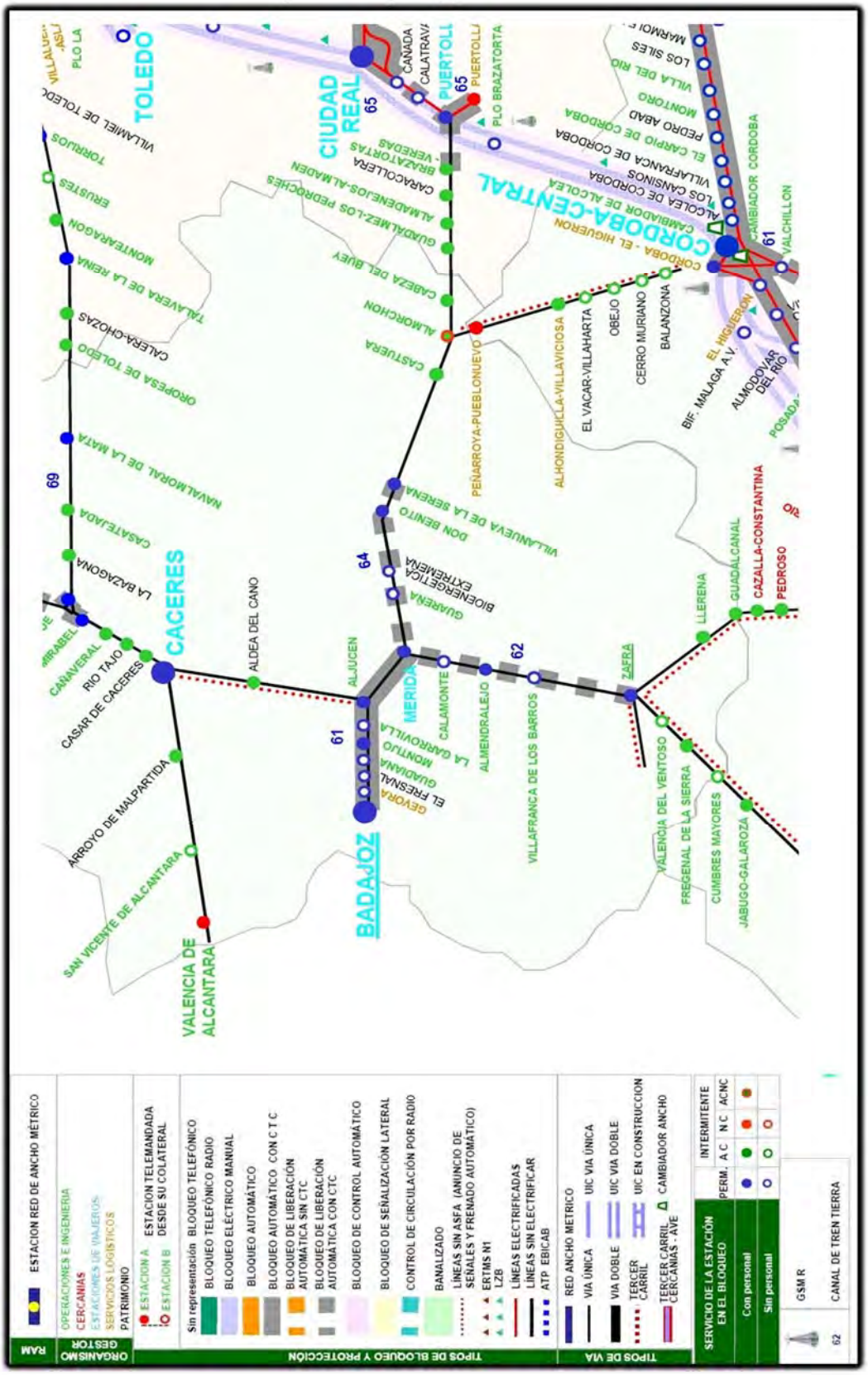
Fuente: Adif. Declaración sobre la red. 2014

Gráfico 198. Bloqueos en la RFIG de Adif. Ampliación en el Cofemanex



Fuente: Adif. Declaración sobre la red. 2014

Gráfico 199. Tipos de bloqueo y protección en el Cofemanex



Fuente: Adif

2.11.4.- Sistemas Automáticos de Protección del tren

La circulación de trenes por determinadas líneas podrá exigir que los vehículos motores tengan que estar equipados con alguno de los siguientes sistemas **ATP**, lo cual se indicará en el **Manual de Capacidades. El ASFA** está instalado en todas las líneas principales de la RFIG gestionada por Adif, pudiendo ser obligatorio que el material rodante que circula por la red esté dotado del mismo y lo lleve en servicio. Además, es preceptivo para la circulación de trenes en régimen de agente único.

2.11.4.1.-ERTMS

Sistema de control de tráfico, señalización y conducción asistida que cumple con el estándar europeo de interoperabilidad.

Actualmente combina dos subsistemas: el **ETCS (Sistema Europeo de Control del Tráfico centrado en la señalización y protección del tren), y GSM-R (Sistema Global para Comunicaciones Móviles en Ferrocarriles encargado de las comunicaciones).**

En el Cofemanex no se dispone de este tipo de protección.

2.11.4.2.-LZB

Sistema de control, señalización y conducción asistida que supervisa continuamente la velocidad del tren y gobierna su marcha por medio de la señalización en la cabina.

En el Cofemanex no se dispone de este tipo de protección.

2.11.4.3.-ATP-EBICAB

Esta familia de sistemas de protección se basa en la información puntual que proporcionan unas balizas instaladas en la vía para realizar una supervisión continua de la velocidad.

En el Cofemanex no se dispone de este tipo de protección.

2.11.4.4.-ASFA, Anuncio de Señales y Frenado Automático

Este sistema anuncia en cabina la indicación de las señales por medio de balizas, estableciendo controles de velocidad en función de dichas indicaciones. Este sistema en su desarrollo más moderno se denomina **ASFA Digital**.

En el Cofemanex se dispone de **ASFA 200 Digital** entre Mérida y Badajoz. El resto del corredor dispone del **ASFA convencional**.

Las especificaciones técnicas de interoperabilidad europeas indican la necesidad de instalar el sistema ERTMS en todas las líneas de la Red Básica y global. Sin embargo, aunque esta disposición deberá ser tenida en cuenta a medio plazo, el ASFA es un sistema de protección suficientemente efectivo para garantizar la seguridad de los trenes que circulen en el Cofemanex, tanto de viajeros como de mercancías.

Esta mejora deberá contemplarse como inversión en el corredor a medio plazo y no como inversión requerida de forma inmediata, como si lo son otras muchas.

Fotografía 279. Sistema ASFA instalado en las cercanías de la estación de Don Benito. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.11.5.- Control y Gestión de Tráfico

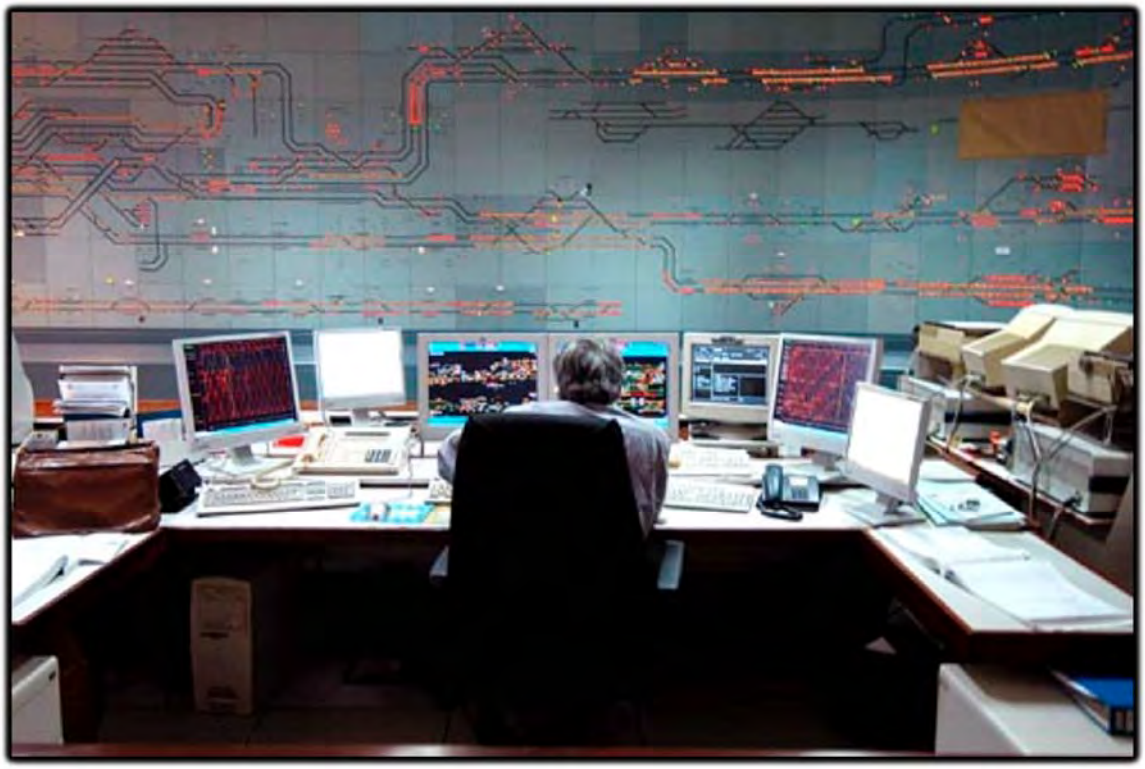
2.11.5.1.-Da Vinci

Plataforma de Gestión y Control que integra y centraliza subsistemas de señalización, electrificación, comunicaciones, etc. que permite su comunicación y monitorización remotas.

2.11.5.2.-CTC, Control de Tráfico Centralizado

El Control de Tráfico Centralizado consiste en la regulación de todas las señales y agujas situadas en el trayecto desde un punto único y mediante sistemas informáticos, lo que permite establecer la ruta de los diferentes trenes con las mayores garantías de seguridad y fiabilidad.

Fotografía 280. Puesto de Mando de Manzanares desde donde se realiza el control y telemando del tramo Mérida-Villanueva de la Serena y Badajoz –Mérida del Cofemanex



Fuente: Adif

Se define por Adif como la plataforma que centraliza en un puesto central de mando los enclavamientos y bloqueos de una línea o zona.

El Puesto de Mando de Manzanares realiza el control y telemando de la línea férrea en el tramo Mérida-Villanueva de la Serena y Mérida-Badajoz del Cofemanex.

2.11.5.3.-CRC, Centro de Regulación y Control

Centro que dirige, organiza y coordina la gestión del tráfico ferroviario y los sistemas de seguridad.

2.11.6.- Sistemas de Comunicaciones

La circulación de trenes por determinadas líneas podrá exigir que los vehículos motores tengan que estar equipados con alguno de estos sistemas, lo cual se indicará en el **Manual de Capacidades.**

2.11.6.1.-GSM-R (Voz y Datos)

Es un desarrollo de la tecnología GSM, específico para comunicación y aplicaciones ferroviarias, que dispone de unas bandas de frecuencias exclusivas para evitar cualquier tipo de interferencia. Como subsistema del ERTMS permitirá la interoperabilidad ferroviaria europea. Las líneas de Alta Velocidad ya disponen de GSM-R.

En el Cofemanex no se tiene este sistema de comunicaciones.

2.11.6.2.-Tren-Tierra

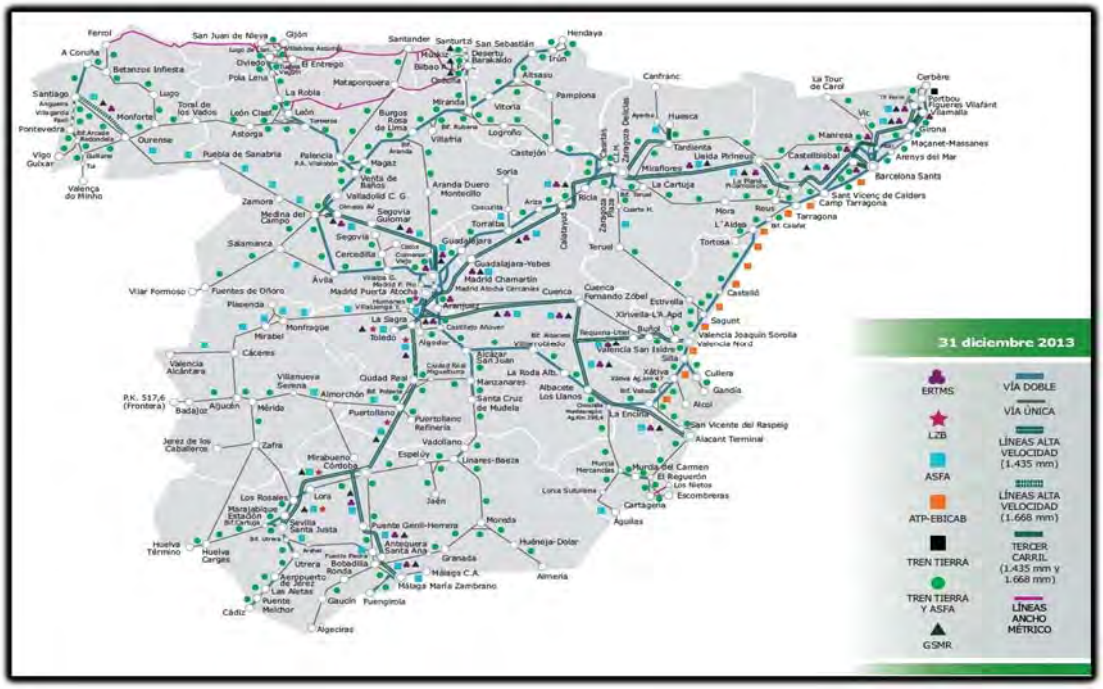
Sistema de Radiotelefonía analógico denominado Tren–Tierra que permite una comunicación individual entre los trenes y el Puesto de Mando o Centro de Regulación y Control, el cual se encuentra instalado en la mayoría de las principales líneas de la Red, estando prevista una migración paulatina hacia el sistema GSM-R en la totalidad

de la Red. El sistema de radiotelefonía es preceptivo para la circulación de trenes en régimen de agente único.

El Cofemanex cuenta con tren de tierra entre Badajoz y Villanueva de la Serena.

Se adjuntan a continuación el mapa de instalaciones de seguridad que tiene el Cofemanex.

Gráfico 200. Instalaciones de seguridad en la RFIG de Adif



Fuente: Adif. Declaración sobre la red. 2014

Fotografía 281. Dispositivos de comunicación de Westinghouse Signals Ltd en Aljucén. Desde 2009 han pasado a llamarse Invensys Rail

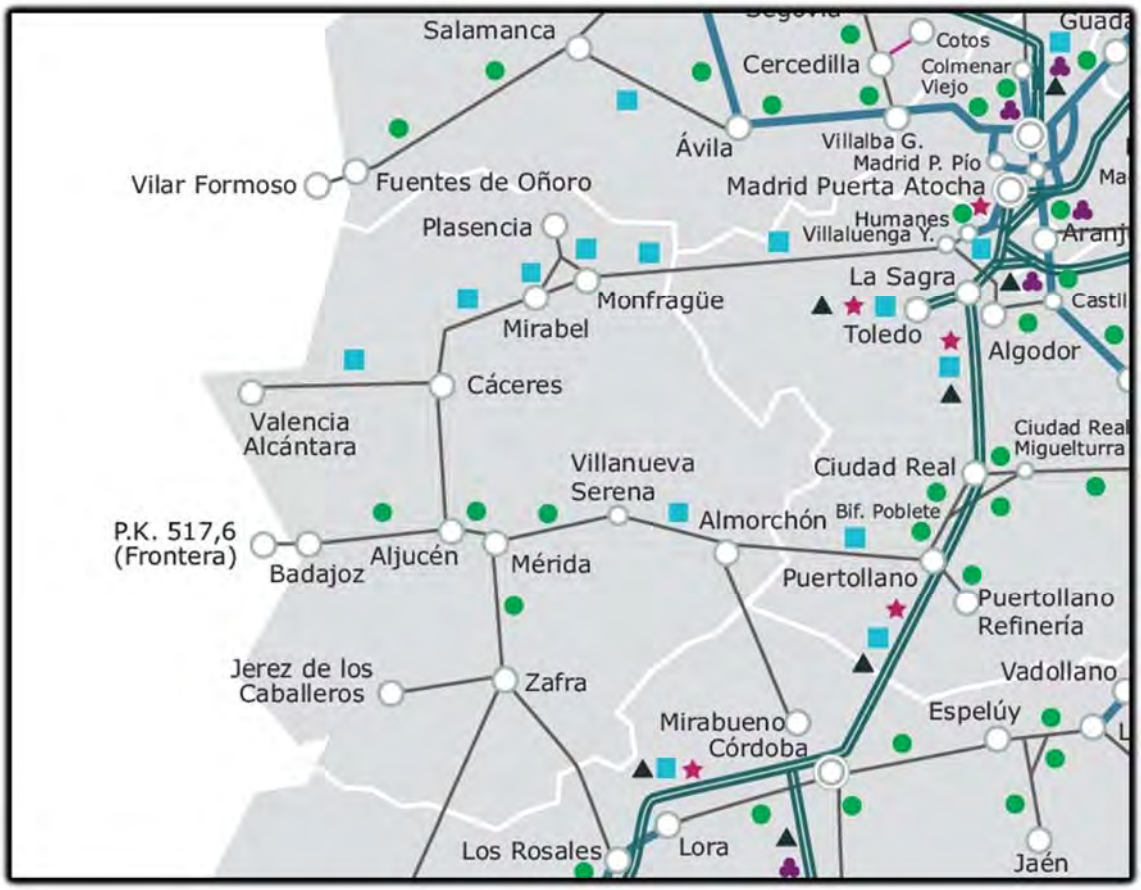
Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.11.7.- Conclusiones sobre la señalización, sistemas de seguridad y tipos de bloqueo existentes en el Cofemanex

Como se ha descrito anteriormente, las instalaciones de seguridad y bloqueos existentes en el Cofemanex son muy variados.

Entre Mérida y Badajoz se dispone de un sistema moderno de **bloqueo automático (BAU) por circuito de vía y control de tráfico centralizado.** Dispone además de **ASFA 200 Digital y señalización luminosa**. Se trata de sistemas muy modernos de control de tráfico que permiten la circulación de trenes de forma muy seguida impidiendo, en este tramo de la línea, su saturación.

Gráfico 201. . Instalaciones de seguridad en la RFIG de Adif, ampliado al Cofemanex



Fuente: Adif. Declaración sobre la red. 2014

El siguiente nivel de bloqueo que se tiene en el Cofemanex es el **bloqueo de liberación automática (BLAU)**, a través de contadores de ejes. Se tiene entre Villanueva de la Serena- Mérida y entre Barazatortas- Puertollano. Cuentan además con el sistema **ASFA** como sistema automático de protección del tren y en el caso de Villanueva de la Serena hasta Mérida con **Tren de Tierra** como sistema de comunicación. **La señalización en ambos casos es luminosa.**

Se trata de sistemas de bloqueo que controlan, de forma inferior a los circuitos de vía, las circulaciones que se producen en la misma. Sin embargo, es un sistema de control adecuado para el número de circulaciones que se producen en esos tramos de vía. Tan solo entre Brazatortas-Puertollano sería bueno introducir el tren de tierra para mejorar los sistemas de comunicación puesto de mando-tren.

El problema está en el resto del tramo Cofemanex, que dispone **bloqueo telefónico, ASFA y señalización mecánica.** Se trata del tramo comprendido entre Villanueva de

la Serena y Brazatortas (161,5 km) donde el control de las circulaciones solo se puede llevar a cabo entre estaciones y esto produce la saturación constante de la línea.[67]

Por tanto, para poder descongestionar la línea e introducir el control necesario para la circulación de trenes de viajeros y mercancías que el Cofemanex demanda, es necesario sustituir el bloqueo telefónico existente en estos 161,5 km y dotarlo de un bloqueo más moderno basado en pequeños tramos con contador de ejes (BLAU) como el que se tiene entre Mérida y Villanueva de la Serena o mejor aún con circuitos de vía (BAU) como el empleado con éxito entre Mérida y Badajoz.

Para garantizar la comunicación individual entre el tren y el puesto de mando se debe instalar también como mínimo el tren de tierra a lo largo de estos 161,5 km

La señalización mecánica existente debe irse reemplazando también por la que se emplea actualmente que es la luminosa.

En cuanto a los sistemas de automáticos de protección del tren, es necesario recordar que las especificaciones técnicas de interoperabilidad europeas indican la necesidad de instalar el sistema ERTMS en todas las líneas de la Red Básica y global. Sin embargo, aunque esta disposición deberá ser tenida en cuenta a medio plazo, el ASFA es un sistema de protección suficientemente efectivo para garantizar la seguridad de los trenes que circulen en el Cofemanex, tanto de viajeros como de mercancías.

Esta mejora deberá contemplarse como inversión en el corredor a medio plazo y no como inversión requerida de forma inmediata, como sí lo son otras muchas.

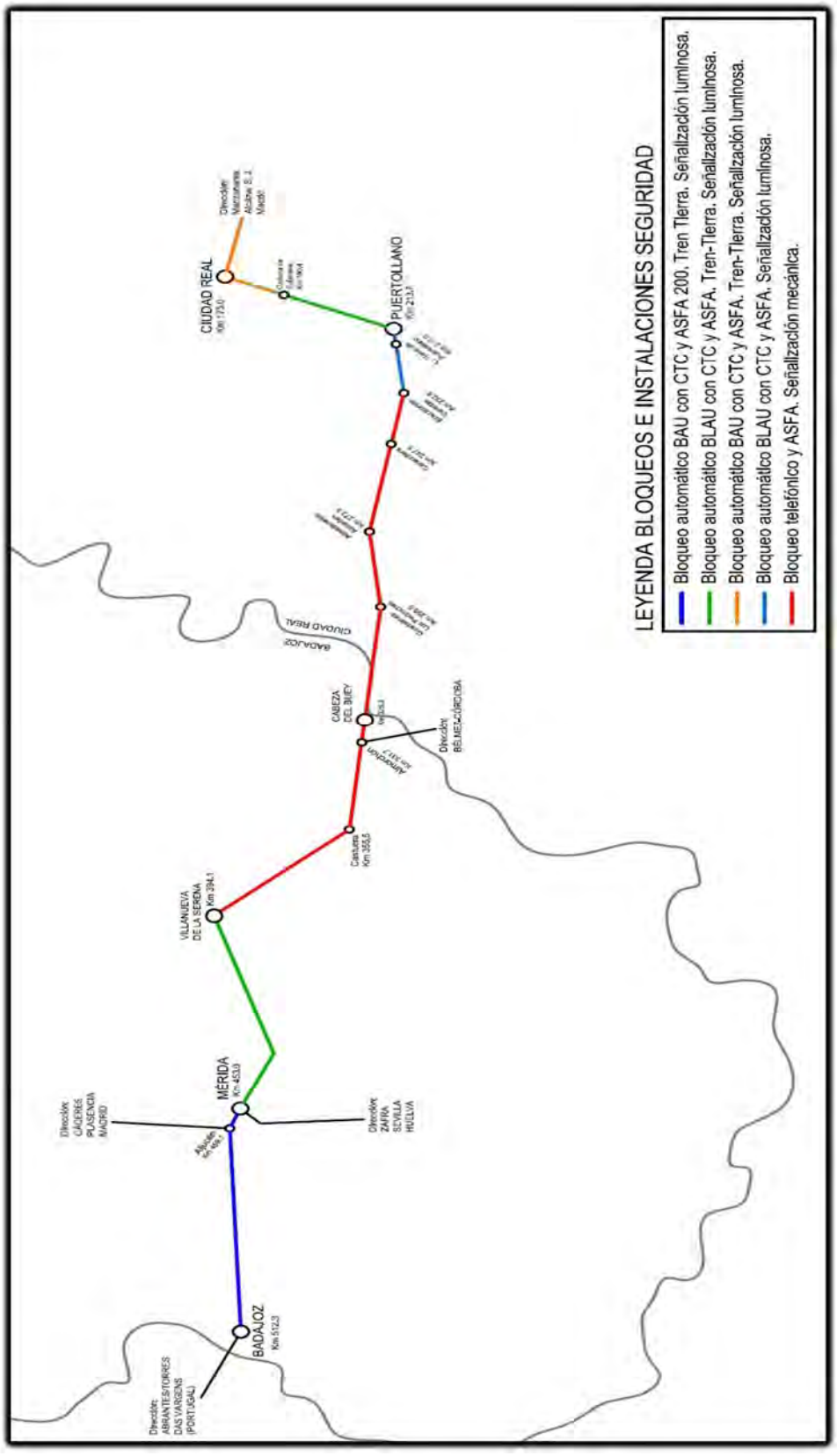
Fotografía 282. Bloqueo telefónico, ASFA y señalización mecánica en Castuera. Badajoz

Fuente: Juan Jesús Guillén

[67] Véase el mapa de saturación de líneas incluido en el apartado 4.4" *Capacidad del Cofemanex*".

Se adjunta mapa descriptivo con las distintas Instalaciones de Seguridad y tipo de Bloqueos existentes en el Cofemanex.

Gráfico 202. Instalaciones de Seguridad y tipo de Bloqueos en el Cofemanex



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

2.12.- PASOS A NIVEL EN EL COFEMANEX

2.12.1.- Tipo de pasos a nivel existentes en el Cofemanex

La clasificación que tiene Adif de sus pasos a nivel es la siguiente:

2.12.1.1.-Clase A

Son los PPNN que sólo se protegen con señales fijas.

Fotografía 283. Paso a nivel tipo A en el PK 319/274, cerca de la estación de Las Cabras. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.12.1.2.-Clase B

Son los que tienen algo más que señales fijas. En este caso cuentan con señales luminosas.

Fotografía 284. Paso a nivel tipo B en el PK 344/692 entre el Quintillo y Castuera. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.12.1.3.-Clase C

Son los que, además de las señales luminosas y acústicas, tienen unas barreras automáticas o enclavadas.

Fotografía 285. PN de clase C en Cabeza del Buey. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

- Clase D: son los PPNN provisionales que se instalan por obras pero en los que un ferroviario detiene el tráfico de carretera para que pase el tren. Los trenes sólo pueden pasar a 40 km/h de velocidad máxima
- Clase E: son los PPNN con barreras donde la protección la activa una persona
- Clase F: son los PPNN para peatones y ganado
- Clase P: son los PPNN particulares

Se adjuntan a continuación el listado de los pasos a nivel existentes en el Cofemanex

Tabla 84. Pasos a nivel en el Cofemanex

P.K.	Tipo de Paso				Municipio	Provincia	Jurisdicción	Particular	Público
	A	B	C	P					
298,163	1				Chillón	Ciudad Real	Ayuntamiento		1
304,300	1				Capilla	Badajoz	Ayuntamiento		1
311,305	1				Zarza Capilla	Badajoz	Ayuntamiento		1
315,578	1				Zarza Capilla	Badajoz	Ayuntamiento		1
319,274	1				Zarza Capilla	Badajoz	Ayuntamiento		1
320,975		1			Zarza Capilla	Badajoz	Ayuntamiento		1
322,968	1				Cabeza del Buey	Badajoz	Ayuntamiento		1
325,24			1		Cabeza del Buey	Badajoz	Autonómica		1
326,428		1			Cabeza del Buey	Badajoz	Ayuntamiento		1
331,35			1		Cabeza del Buey	Badajoz	Ayuntamiento		1
335,954	1				Cabeza del Buey	Badajoz	Ayuntamiento		1
338,063	1				Cabeza del Buey	Badajoz	Ayuntamiento		1
341,616				1	Benquerencia	Badajoz	Particular	1	
342,946	1				Benquerencia	Badajoz	Ayuntamiento		1
344,692		1			Benquerencia	Badajoz	Ayuntamiento		1
347,690	1				Benquerencia	Badajoz	Ayuntamiento		1
351,550	1				Benquerencia	Badajoz	Ayuntamiento		1
352,776				1	Castuera	Badajoz	Particular	1	
354,901	1				Castuera	Badajoz	Ayuntamiento		1
356,13			1		Castuera	Badajoz	Ayuntamiento		1
400,79			1		Don Benito	Badajoz	Ayuntamiento		1
458,81			1		Mérida	Badajoz	Ayuntamiento		1
515,510	1				Badajoz	Badajoz	Ayuntamiento		1
23	**13**	**3**	**5**	**2**	**TOTALES**			**2**	**21**

Fuente: Adif

2.12.2.- Conclusiones sobre los pasos a nivel existentes en el Cofemanex

En el Cofemanex existen 13 pasos a nivel tipo A, 3 tipo B, 5 tipo C y 2 particulares.

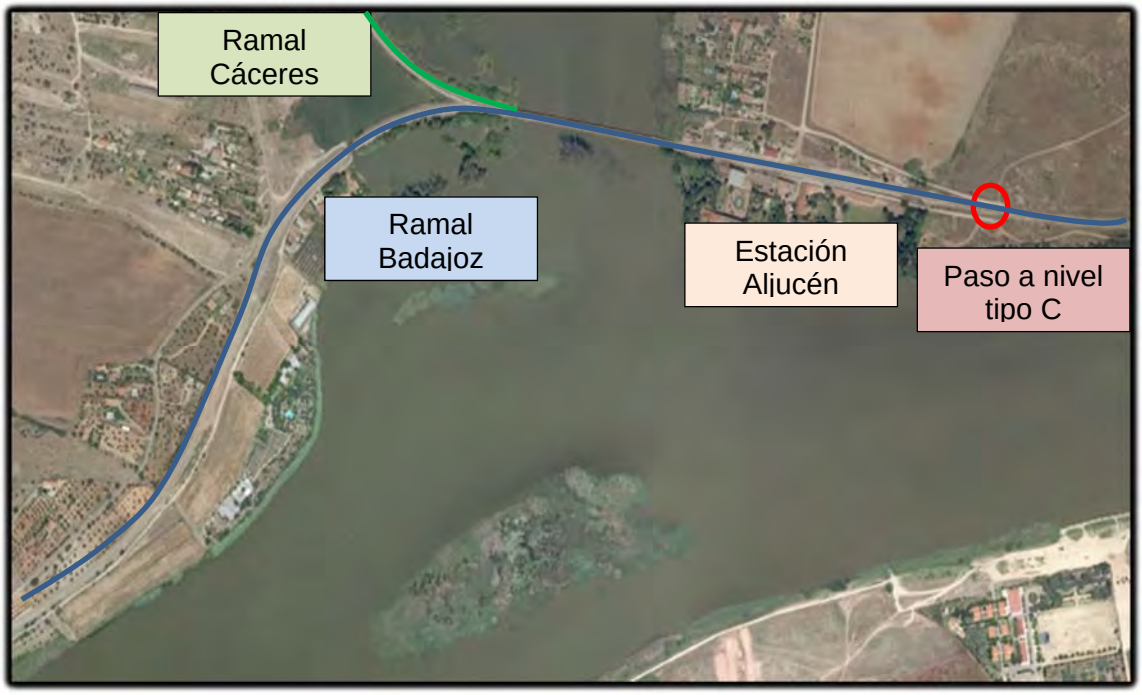
La supresión de los pasos a nivel no son actuaciones que se necesiten urgentemente, ya que no impiden la correcta circulación de trenes de mercancías. Sin embargo, las mejoras de seguridad que se consiguen con su eliminación, hacen que tengan que ser tenidas en cuenta en el conjunto de actuaciones que, a medio plazo, se desarrollen en el corredor.

Fotografía 286. Automotor R-598 cruzando el paso a nivel tipo C de Cabeza del Buey. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

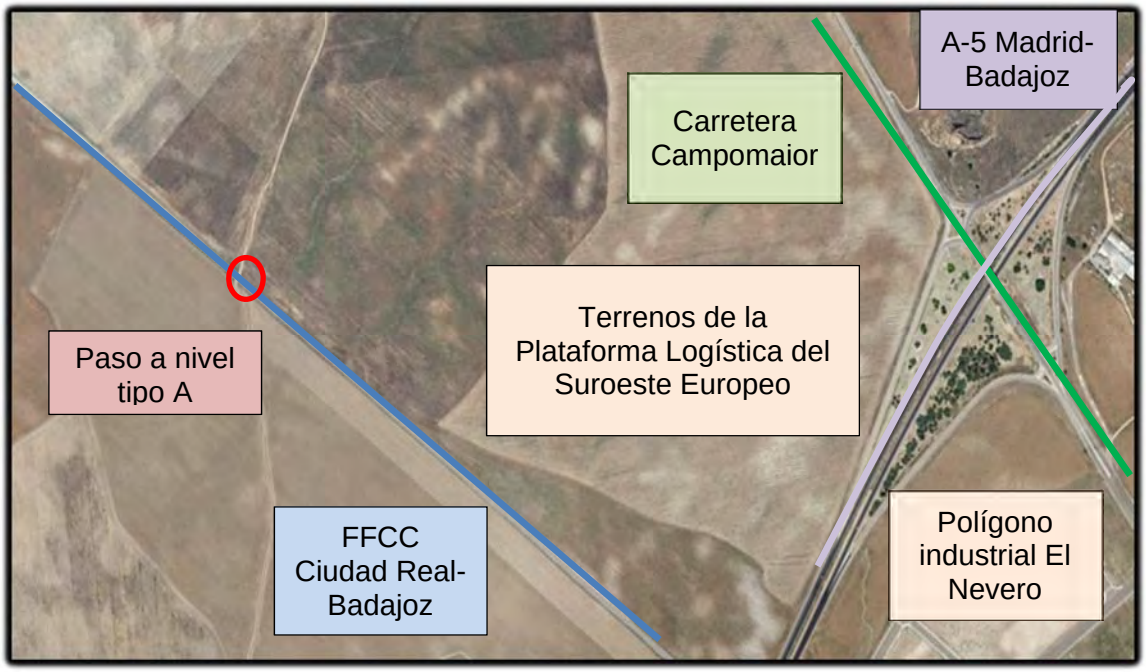
Es importante resaltar que entre Don Benito y Badajoz ya se han ejecutado todas las obras necesarias para la supresión de todos los pasos a nivel que existían entre estas dos localidades. Quedaría tan solo el paso urbano de Don Benito, el que se encuentra cercano a la estación de Aljucén y el paso a nivel que existe entre Badajoz y la Frontera Portuguesa, al lado de donde se va a construir la Plataforma Logística del Suroeste Europeo.

Ilustración 6. Ubicación en planta del paso a nivel que se encuentra al lado de la estación de Aljucén. Badajoz



Fuente: Juan Francisco Coloma Miró a partir de la ortofoto del Gobierno de Extremadura

Ilustración 7 Ubicación en planta del paso a nivel existente en Badajoz



Fuente: Juan Francisco Coloma Miró a partir de la ortofoto del Gobierno de Extremadura

Fotografía 287. Paso a Nivel tipo C en Don Benito. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Fotografía 288. Traviesas de madera en el paso a nivel tipo A cerca de la estación de Las Cabras. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

2.13.- SUMINISTRO ELÉCTRICO AL COFEMANEX

2.13.1.- Catenarias

Uno de los elementos más llamativos y más genuinos del paisaje que la red ferroviaria dibuja por todo el territorio español es la línea aérea de contacto o catenaria.

Tal y como se recoge en la normativa europea[68], la línea aérea de contacto es la línea de contacto situada por encima o junto al límite superior del gálibo del vehículo, que suministra energía a unidades de tracción por medio de equipos de toma de corriente montados sobre el techo.

La **línea aérea de contacto (LAC)** es popularmente conocida como catenaria, debiendo su nombre a la curva que describe un cable cuando es suspendido desde la misma altura por sus dos extremos y está sometido a su propio peso y a cargas uniformemente distribuidas.

Existen diferentes clasificaciones de los tipos de línea aérea de contacto; en función de la composición (tranviaria, sencilla o compuesta), en función de la disposición de los conductores (poligonal, trapezoidal o inclinada), en función de la regulación de la tensión mecánica (sin regulación, con compensación de uno de los conductores, con compensación conjunta o con compensación independiente) y en función del sistema de alimentación (de corriente alterna o de corriente continua).

En Adif, además, se clasifican atendiendo a sus prestaciones, en función de la velocidad máxima de explotación para la que han sido diseñadas.

Los principales elementos constituyentes de la línea aérea de contacto son los enumerados a continuación:[69]

- ***Hilos de contacto***

Son los conductores de la línea aérea de contacto con los que hacen contacto los aparatos de toma de corriente (pantógrafos).

- ***Sustentador***

Es el conductor que soporta el peso de la catenaria y mantiene los hilos de contacto a una altura constante, mediante unos elementos verticales llamados péndolas.

- ***Feeders de acompañamiento***

Son conductores contiguos a la línea aérea de contacto, que se conectan directamente a ella a intervalos frecuentes, para aumentar la sección transversal efectiva de la línea aérea de contacto.

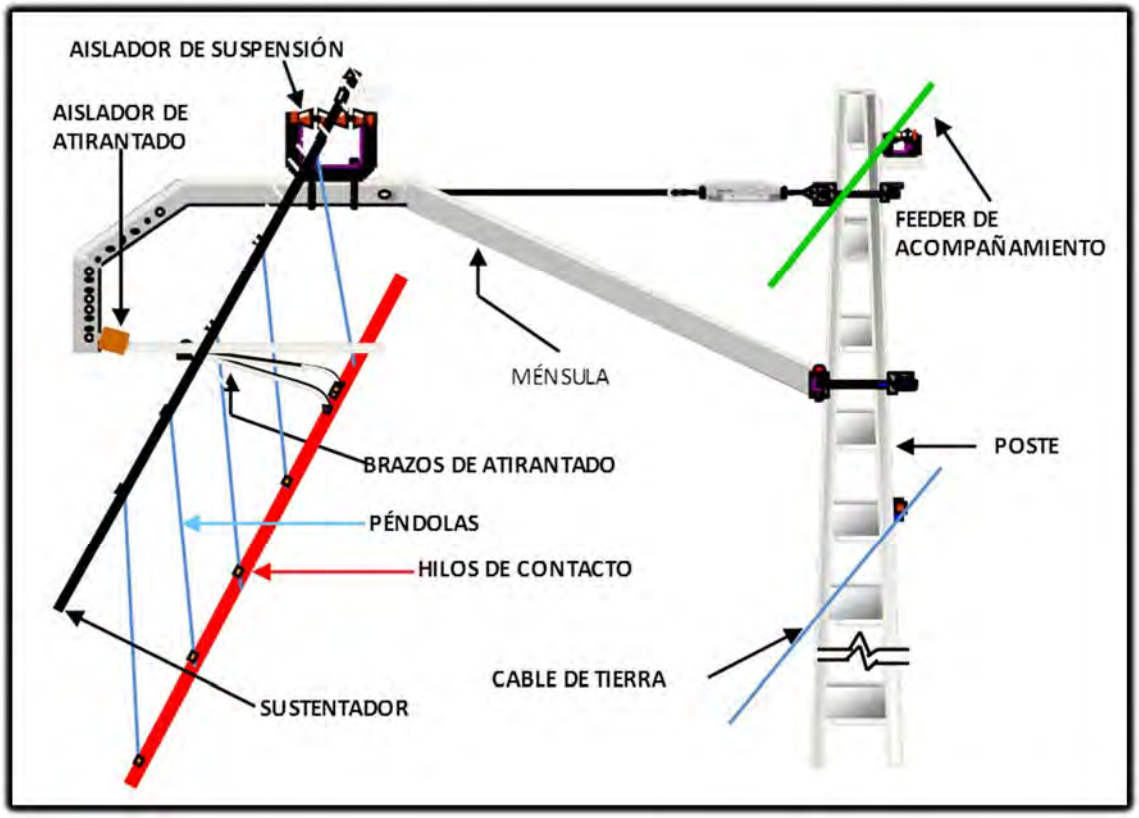
- ***Feeders de alimentación***

Son los conductores encargados de alimentar la catenaria desde las subestaciones.

[68] Decisión de la Comisión, de 26 de abril de 2011, sobre la Especificación Técnica de Interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario transeuropeo convencional.

[69] Manuel Carmona Suarez y Mercedes de la Torre Ayuso. Ministerio de Fomento. 2013

Gráfico 203. Principales elementos en la catenaria CA-160



Fuente: Adif

Los elementos de sustentación y apoyo son:

- ***Postes***

Son los encargados de soportar la catenaria, van fijados al suelo mediante macizos de hormigón.

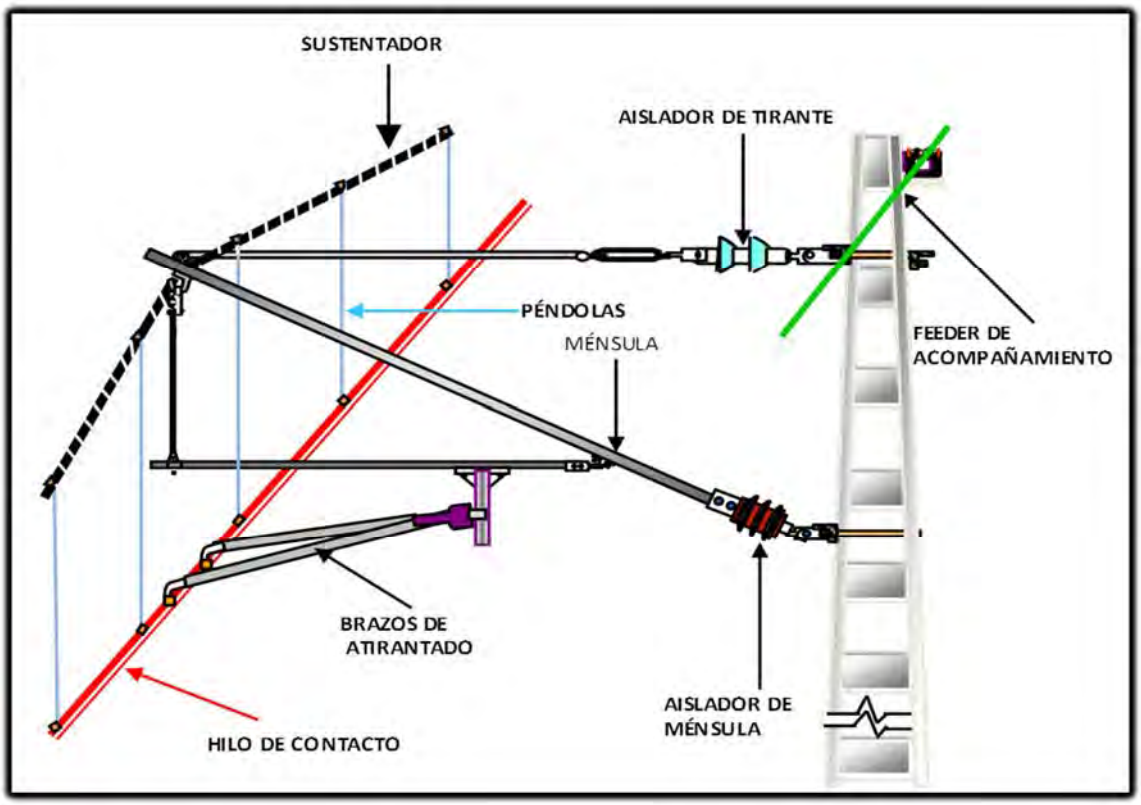
- ***Ménsulas***

Son los elementos que permiten la colocación de la catenaria en la posición correcta, y suelen ir fijadas al poste.

- ***Pórticos***

Son estructuras empleadas para soportar la catenaria cuando hay problemas de gálibo para montar postes independientes, permitiendo el apoyo de varias catenarias sobre el mismo.

Gráfico 204. Principales elementos en la catenaria CA-220



Fuente: Adif

Los elementos de protección son:

- ***Aisladores***

Son los encargados de aislar eléctricamente los conductores de la catenaria de los apoyos y tierra.

- ***Seccionadores***

Empleados para separar o unir eléctricamente distintos tramos de catenaria.

- ***Aisladores de sección***

Empleados para separar eléctricamente unas vías de otras, formando paquetes de vías.

- ***Cable de tierra***

Encargado de unir todos los soportes de catenaria y mantenerlos al mismo potencial.

- ***Pararrayos***

Encargados de proteger a la línea aérea de contacto frente a sobretensiones, principalmente de origen atmosférico.

La línea aérea de contacto se define mediante una serie de parámetros característicos, que se pueden dividir en tres grandes categorías:

2.13.1.1.-Características geométricas de las catenarias

- ***Altura del sistema***

Distancia vertical entre el sustentador y el hilo de contacto en el apoyo.

- ***Altura del hilo de contacto***

Distancia vertical desde el plano medio de rodadura hasta el punto inferior del hilo de contacto.

- ***Descentramiento del hilo de contacto***

Distancia horizontal que existe entre el eje de la vía y el hilo de contacto en el apoyo, para evitar el desgaste puntual en el centro del pantógrafo.

- ***Pendiente***

Es la variación de altura del hilo de contacto entre dos puntos consecutivos. Existen unos valores normalizados de pendiente máxima y de variación de la pendiente del hilo de contacto en función de la velocidad, para garantizar la correcta captación de la energía eléctrica por el pantógrafo.

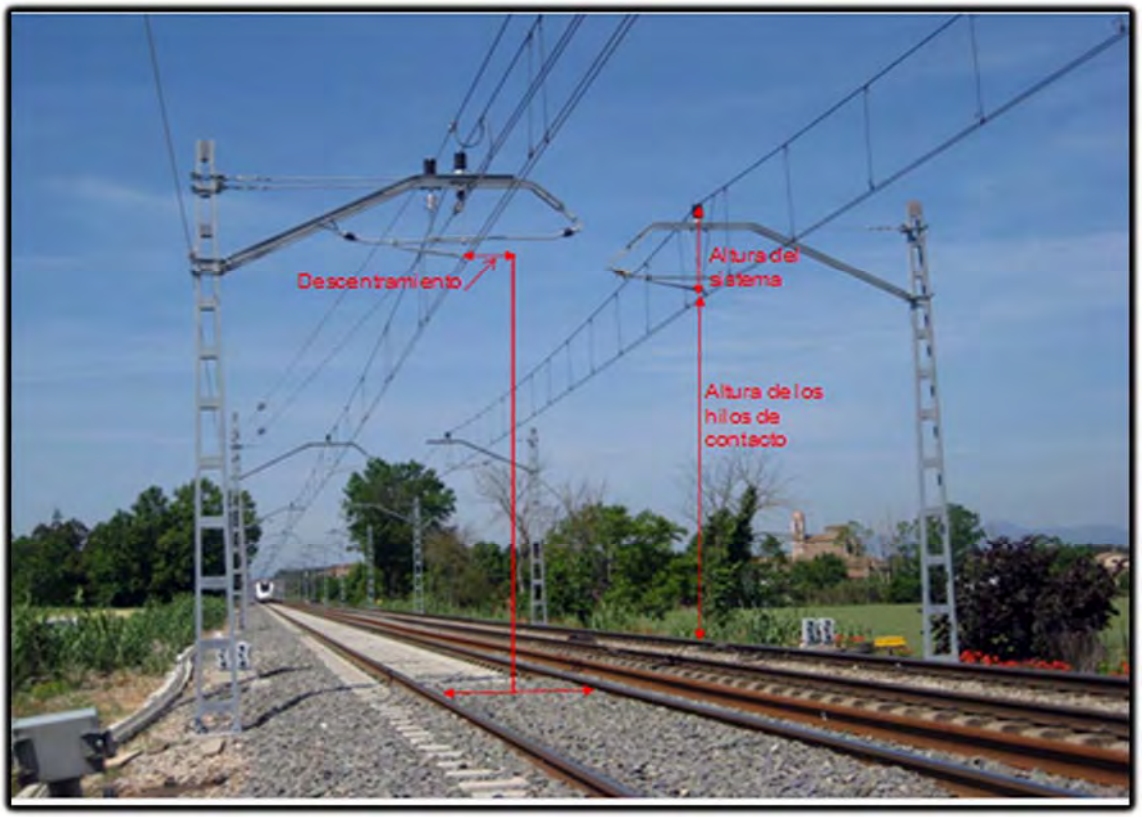
- ***Elevación máxima del hilo de contacto***

Máxima elevación que pueden sufrir los hilos de contacto al paso del pantógrafo.

- ***Flecha del hilo de contacto***

Para contrarrestar el efecto de la variación excesiva de la elevación de los hilos entre el apoyo y el centro del vano.

Ilustración 8. Características Geométricas de la línea aérea de contacto



Fuente: Adif

2.13.1.2.-Características mecánicas de las catenarias

- ***Tensión mecánica de los cables y conductores***

Tensión a la que se encuentran sometidos los conductores para asegurar que cumplen su función cuando varían los condicionantes exteriores a los que están sometidos (temperatura, viento,…)

- ***Vano***

Distancia existente entre dos apoyos contiguos de la línea aérea de contacto.

- ***Cantón***

Tramo independiente, anclado a ambos lados, en que se divide la línea aérea de contacto para contrarrestar el efecto de los cambios de longitud de los conductores producidos por la variación de la temperatura.

2.13.1.3.-Modelos de catenaria en la red convencional de Adif

El modelo de línea aérea de contacto utilizado tradicionalmente en red convencional está basado en el desarrollo que la antigua Renfe propició en un inicio, a partir de un concurso de anteproyectos en el año 1953, obteniendo lo que se denominó catenaria tipo Renfe. Sobre este modelo inicial se han ido produciendo diversas modificaciones y actualizaciones que se fueron recogiendo en lo que se denominó "**Memorando Línea Aérea de Contacto Tipo Renfe**" y hoy se conoce como "**Libro Línea Aérea de Contacto CA-160 / CA-220**", en el que se desarrolla la Memoria de características y el despiece de todos los componentes.

En la red convencional de Adif hay diferentes modelos de catenaria que se han instalado a lo largo de los años, siendo los más extendidos los denominados CA-160 y CA-220.

Ambas catenarias son:

– **Sencillas:** compuestas por un sustentador y dos hilos de contacto.

– **Rectas y poligonales**: sustentador, péndolas e hilos de contacto están en el mismo plano vertical respecto a la vía. Para evitar el desgaste puntual del pantógrafo en su punto central, la catenaria se va desplazando a uno y otro lado del eje de la vía, formando una línea poligonal, lo que se conoce como descentramiento.

– **Con compensación independiente de la tensión mecánica de sustentador e hilos de contacto:** para contrarrestar el efecto de los cambios de temperatura en la longitud de los conductores y conseguir mantener la tensión mecánica de los conductores constante, se divide la catenaria en cantones y en ambos extremos de los mismos se montan equipos de regulación de la tensión mecánica de forma independiente para el sustentador y para los hilos de contacto.

– Alimentadas a 3.000 V de corriente continua.

2.13.1.4.-Modelo de catenaria CA-160

Las principales características son las siguientes:

– Velocidad de diseño: 160 km/h

– Composición: Sustentador: Cu 150 mm^2, Hilos de contacto: 2 x Cu 107 mm^2

– Tensiones mecánicas de montaje: Sustentador: 14.250 N, Hilos de contacto: 10.500 N

– Alturas nominales: Hilos de contacto: 5,30 m, Sistema: 1,4 m

– Pendiente máxima de los hilos de contacto: Pendiente máxima: 2 ‰ , Variación de pendiente máxima: 1 ‰

– Descentramiento: + 20 cm
– Longitud máxima de cantón: 1.200 m
– Vano máximo: 60 m
– Flecha máxima de los hilos de contacto (mm): 0,6 x Vano / 1000
– Ménsulas: tipo celosía.

Este tipo de catenaria es la más extendida y se encuentra instalada en las líneas Madrid – Guadalajara, Madrid – Alcázar, y en gran parte de las líneas de Cercanías de Madrid y Barcelona,….etc.

En el Cofemanex se colocaría este tipo de catenaria entre Puertollano y Mérida.

Fotografía 289. Detalle de catenaria tipo CA-160

Fuente: Adif

2.13.1.5.-Modelo de catenaria CA-220

Las principales características son las siguientes:

– Velocidad de diseño: 220 km/h
– Composición: Sustentador: Cu 185 mm^2, Hilos de contacto: 2 x Cu-Ag 0,1 – 150 mm^2, Feeder de acompañamiento: Cu 240 mm^2
– Tensiones mecánicas de montaje: Sustentador: 24.750 N, Hilos de contacto: 18.750 N

Fotografía 290. Detalle de catenaria tipo CA-220

Fuente: Adif

- Alturas nominales: Hilos de contacto: 5,30 m, Sistema: 1,4 m
- Pendiente máxima de los hilos de contacto: Pendiente máxima: 1 ‰, Variación de pendiente máxima: 0,5 ‰
- Descentramiento: + 20 cm
- Longitud máxima de cantón: 1.200 m
- Vano máximo: 60 m
- Flecha máxima de los hilos de contacto (mm): 0, 5 x Vano / 1000
- Ménsulas: tipo tubular

Este tipo de catenaria se encuentra instalada en gran parte del Corredor del Mediterráneo, en la línea Alcázar – Valencia,…etc.

En el Cofemanex se colocaría este tipo de catenaria entre Mérida y Badajoz.

2.13.2.- Tipos de electrificación

La distinción de los distintos tipos de electrificación se realiza a partir del tipo de corriente suministrada al material móvil:

- Electrificación en corriente continua. (CC)
- Electrificación en corriente alterna. (CA)

En España, las tensiones de electrificación para líneas de larga distancia son de 3 .000 V en corriente continua (líneas convencionales) y 25 kV en corriente alterna (líneas alta velocidad).

Según las **especificaciones técnicas de interoperabilidad europeas** (ETIs), el sistema de corriente alterna de 25 kV- 50 Hz, debe ser el sistema de alimentación deseado por razones de compatibilidad con los sistemas de generación y distribución de electricidad, y de normalización de los equipos de las subestaciones. Sin embargo, a causa de los elevados costes de las inversiones necesarias para migrar desde otras tensiones del sistema al de 25 kV y a la posibilidad de emplear unidades de tracción multisistema, se permite la utilización de los sistemas siguientes en aquellos subsistemas nuevos, acondicionados o renovados:

— corriente alterna de 15 kV, 16,7 Hz,

— corriente continua de 3kV, y

— corriente continua de 1,5 kV.

Fotografía 291. Tramo electrificado de la línea Puertollano-Ciudad Real con 3.000 V en CC. Puertollano. (Ciudad Real)

Fuente: Juan Sánchez

La Resolución de la Secretaría de Estado de Planificación e Infraestructuras, sobre criterios de diseño de líneas ferroviarias para el fomento de la interoperabilidad y del tráfico de mercancías (julio-2011), incluye las siguientes prescripciones sobre la electrificación de líneas:

– Con carácter general, la construcción de nuevas líneas y la electrificación de las existentes, se proyectará con tensión de 25 kV CA.

– La electrificación en 3 kV CC se podrá admitir en tramos de longitud reducida que sean prolongación de redes existentes, siempre y cuando así se autorice, expresa y motivadamente, por la Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias. Cuando se instale catenaria de 3 kV CC se utilizarán elementos de aislamiento que permitan su transformación posterior a 25 kV CA.

– Cuando la explotación inicial vaya a realizarse en ancho 1.668 mm, el diseño se realizará de forma que sea posible su transformación posterior, para permitir la explotación con tercer carril o en ancho estándar europeo.

El tramo Puertollano-Ciudad Real se encuentra actualmente electrificado como la mayor parte de las líneas convencionales en España, es decir 3.000 V en corriente continua.

El suministro a 3.000 V en CC con elementos de aislamiento que permitan su transformación posterior a 25 kV CA, debe ser por tanto la propuesta de electrificación del Cofemanex.

2.13.2.1.-Sistemas de electrificación en corriente continua

El principio de diseño está basado en la utilización del mejor motor de tracción existente en el momento de su desarrollo (el motor de corriente continua), condicionando al resto del sistema.

Las líneas de alimentación derivan directamente de la red eléctrica nacional, siendo acondicionada y transformada la tensión de alimentación en la subestación de tracción.

Estas subestaciones están formadas por grupos rectificadores, y espaciadas aproximadamente entre 10 y 20 km, dependiendo del tráfico y del perfil de la vía.

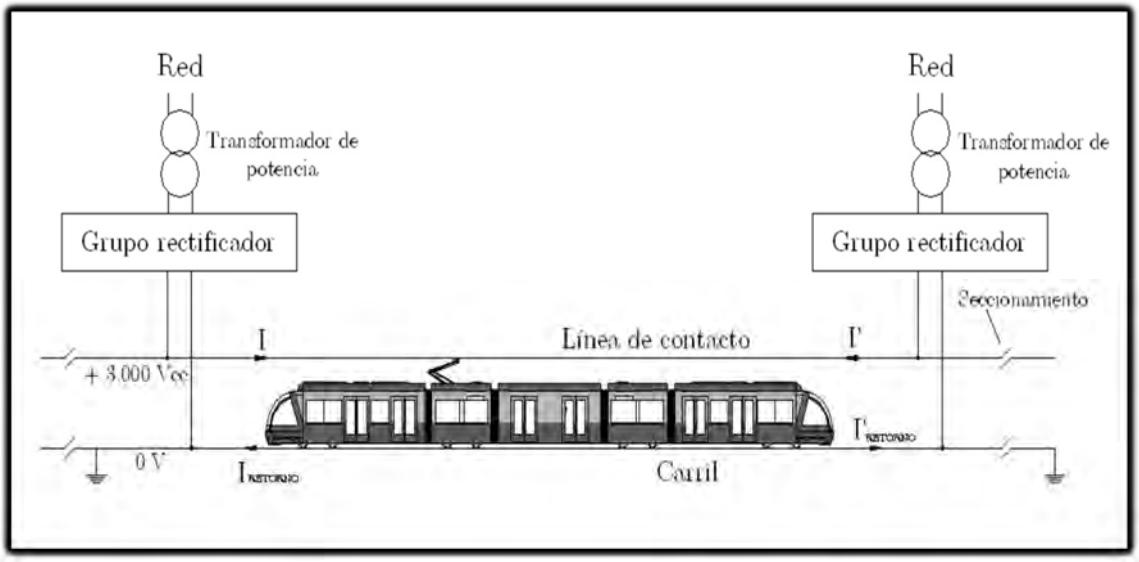
La línea aérea de contacto es de sección elevada, pues la potencia demandada por la tracción y las bajas tensiones de alimentación obligan a tener elevadas intensidades de suministro.

2.13.2.2.-Sistema 1x3.000 V CC

El sistema 1x3.000 V CC es el sistema más simple y comúnmente utilizado en líneas convencionales en España. Como su nombre indica está alimentado por una única línea aérea de contacto de 3.000 V CC. Tiene el inconveniente de las altas intensidades de circulación y de las importantes caídas de tensión que resultan.

En este sistema, **la catenaria está seccionada en tramos o cantones eléctricos, definidos por el seccionamiento de la línea**. Cada cantón está alimentado por dos grupos transformadores-rectificadores de tracción. Estos rectificadores son unilineales ya que están basados en diodos. La alimentación de la línea es bilateral, o sea que el tren recibe su corriente de las dos subestaciones que le rodean. El retorno de corriente se realiza mayoritariamente a través de los carriles.

Gráfico 205. Cantón de un sistema 1x3.000 Vcc



Fuente: Jorge Llavina Juan

Según **las ETIs**[70], el diseño del subsistema de energía asegurará la capacidad de la alimentación para conseguir los rendimientos especificados y para permitir la explotación de los trenes con una potencia menor que **2 MW sin limitación de la corriente**.

La línea aérea de contacto de los sistemas de CC. se diseñará para que soporte 300 A (en un sistema de alimentación a 1,5 kV) y 200 A (en un sistema de alimentación a 3 kV) por pantógrafo con el tren en reposo.

Las subestaciones de tracción se ubican en función del tráfico y perfil que tiene la línea en cada tramo. En zonas interurbanas suele fluctuar entre 10 y 20 km Con las características del tráfico del Cofemanex se podrían espaciar 20 km

El estudio de potencias que requiere la línea, en función de las circulaciones que se producen entre subestaciones de tracción, es necesario de cara a poder conocer con exactitud la demanda de potencia requerida por el Cofemanex.

Sin embargo, los datos arrojados en proyectos similares, hacen prever que con el suministro de 3.000 kW por subestación tractora sea suficiente. Este suministro garantizaría la circulación de dos o incluso tres trenes entre subestaciones, por lo que, a falta de tener un estudio más pormenorizado de la línea, se trata de valores del lado de la seguridad.

Para generar esta potencia se requieren transformadores de potencia de 3.300 kVA en las subestaciones de tracción de la línea convencional.[71]

[70] Decisión de la Comisión, de 26 de abril de 2011, sobre la Especificación Técnica de Interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario transeuropeo convencional.

[71] La potencia apropiada para los transformadores de potencia de las subestaciones de tracción de líneas de alta velocidad en sistemas 2x25 kVca, según las especificaciones técnicas de ADIF, es de 30 MVA.(30.000 kVA).

Las especificaciones técnicas de estos transformadores se incluyen en la ET-03.359.121.5 y 7 de Adif.

2.13.3.- Electrificación de la RFIG de Adif

La Red gestionada por Adif cuenta con más de 9.000 km de líneas electrificadas, en los diferentes anchos de vía, empleándose dos tipos distintos de tensión:

– Corriente Continua. Se utiliza, en general, una tensión nominal de 3.000 V en la Red Convencional y 1.500 V, en Red de Ancho Métrico.

– Corriente Alterna. La catenaria suministra una tensión de 25.000 V a 50 Hz, circunscribiéndose su uso normalmente a las líneas de la Red de Alta Velocidad.

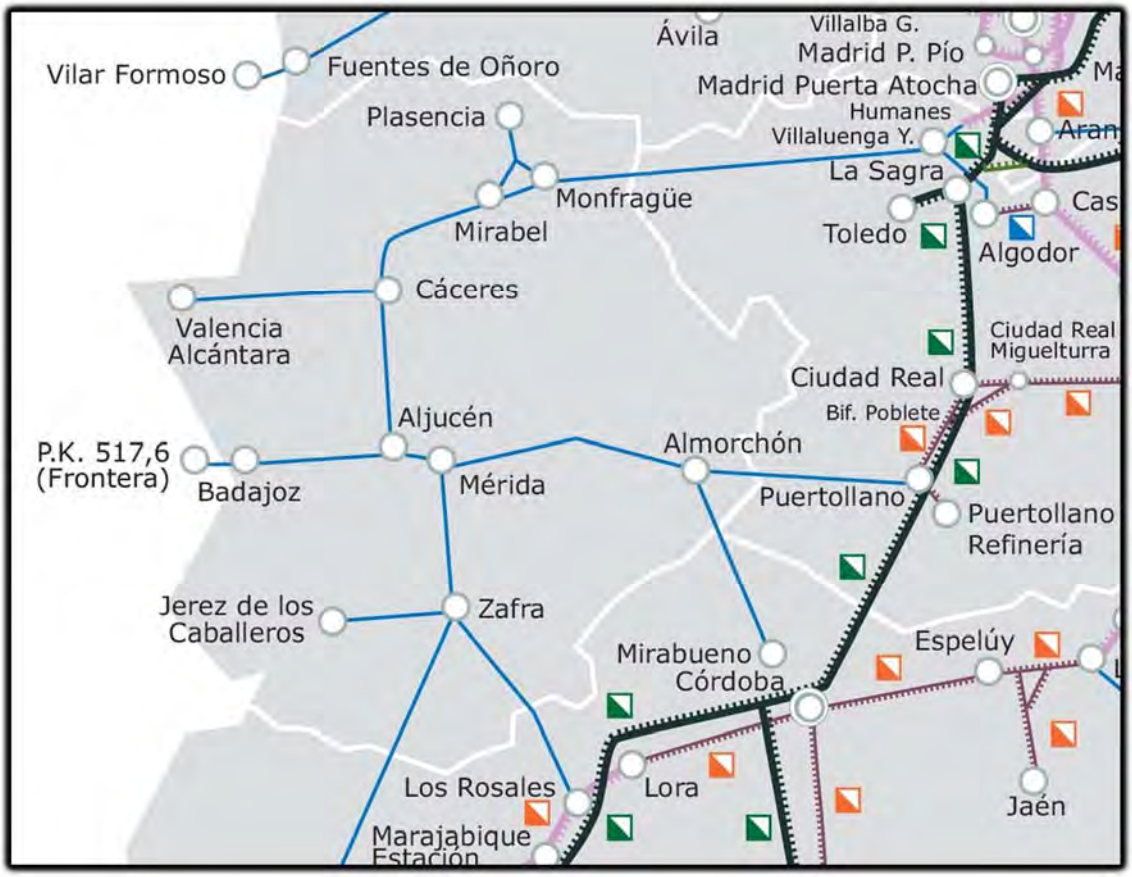
La potencia eléctrica está limitada a la disponible en función de la potencia suministrada por la red de subestaciones.

El corredor ferroviario Cofemanex actualmente está sin electrificar.

Gráfico 206. Electrificación de la RFIG de Adif

Fuente: Adif. Declaración sobre la red. 2014

Gráfico 207. Electrificación de la RFIG de Adif, ampliado en el Cofemanex



Fuente: Adif. Declaración sobre la red. 2014

2.13.4.- Estaciones de energía renovable en Extremadura

Extremadura se abastece de energía eléctrica con sus propias fuentes renovables. Produce 5.485 GWh con energías renovables y necesita para su consumo interior tan solo 4.477 GWh de electricidad.

El resto de la energía eléctrica que se produce (total 21.342 GWh) se exporta a otras regiones. **Esto quiere decir que Extremadura produce 4,7 veces más de energía eléctrica que necesita para su consumo interior.**

La Directiva Europea 2009/28 CE, para el uso de energía procedente de fuentes renovables, fija como objetivo general que en España las fuente renovables representen al menos el 20 % de la energía final en el año 2020. En Extremadura este indicador, ya en el año 2011, supera ampliamente ese valor alcanzando el 33,73 %.

La energía eléctrica en la Comunidad de Extremadura se produce con energía nuclear, con energías renovables y tan solo el 0,27 % por cogeneración.

Tabla 85. Producción de energía eléctrica en la Comunidad de Extremadura (GWh)

Producción regional de energía eléctrica (GWh)	2010	2011	Variación (%)
Régimen ordinario	19.509	19.388	-0,62%
Hidráulica	4.049	3.531	-12,79%
Nuclear	15.460	15.857	2,57%
Régimen especial	1.163	1.954	68,01%
Biogás		4	-
Biomasa	4	100	2.400,00%
Fotovoltaica	837	1.011	20,79%
Termosolar	237	748	215,61%
Minihidráulica	28	33	17,86%
Cogeneración	57	58	1,75%
TOTAL	20.672	21.342	3,24%

Fuente: Red eléctrica de España

La principal participación en la producción eléctrica la ocupa la energía nuclear que alcanzó en 2011 los 15.857 GWh, lo que supuso un 74,3% del total de producción regional para ese año. Las energías renovables adquieren en 2011 valores significativos en la producción eléctrica regional alcanzando los 5.485 GWh, lo que supuso un 25,42%.

Se debe hacer notar que son energías renovables la biomasa, hidráulica, fotovoltaica, termosolar, minihidráulica y biogás. En 2011 la tecnología solar cubrió más del 8% de la producción eléctrica alcanzándose una participación por parte de las energías renovables en la producción total del 25,43%.[72]

2.13.4.1.-Energía Hidráulica

Dentro de las renovables, la hidráulica en régimen ordinario es la que mayor presencia tiene. Se entiende por hidráulica en régimen ordinario la producida por centrales de más de 50 MW, o por cualquier potencia cuando su puesta en marcha es anterior al establecimiento del régimen especial por ley 54/1977, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.

Su producción es altamente variable, dado la variabilidad del régimen de precipitaciones.

[72] Datos energéticos de Extremadura 2010-2011. Agencia Extremeña de la Energía.

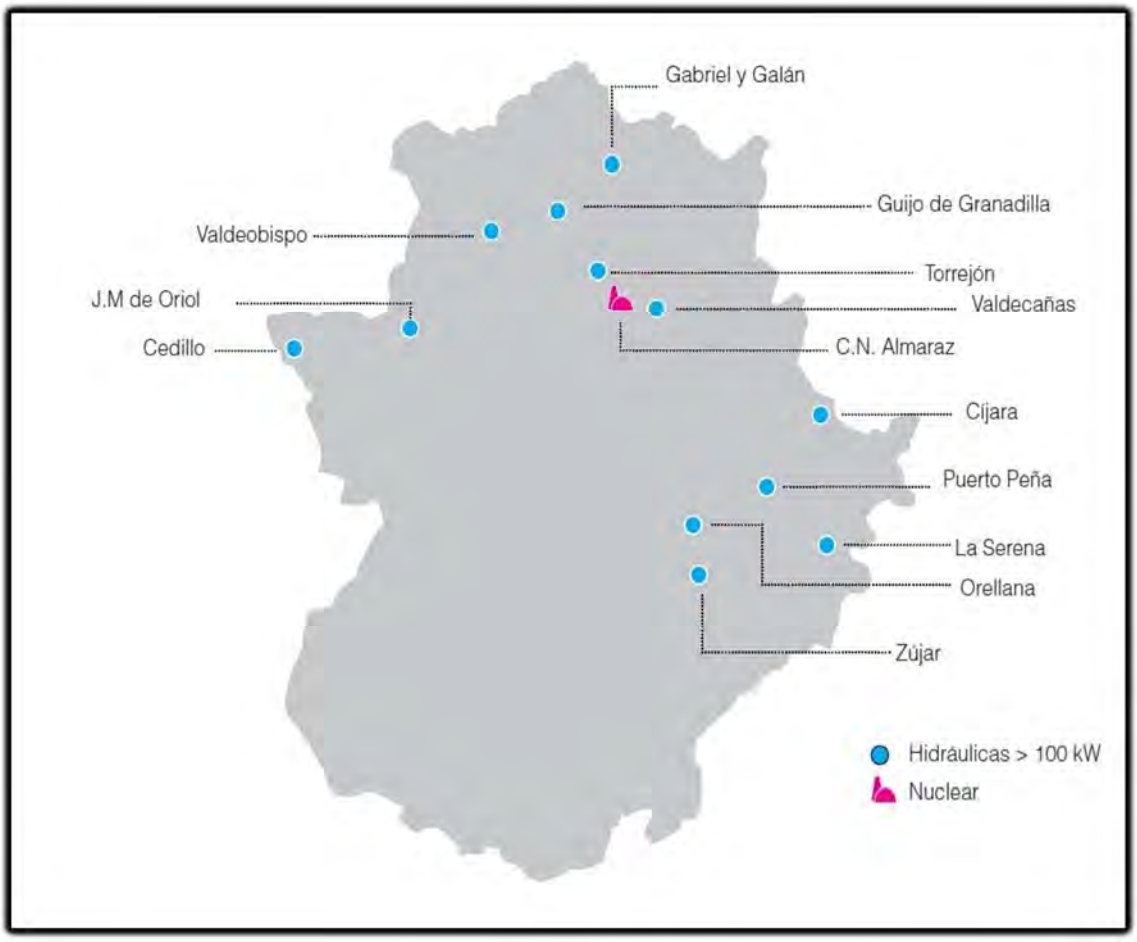
Tabla 86. Evolución de la producción regional de energía hidráulica en Extremadura

Año	Producción (GWh)
2005	798
2006	2.215
2007	2.250
2008	1.274
2009	1.123
2010	4.049
2011	3.531

Fuente: Red eléctrica de España

El mapa de situación de las centrales hidroeléctricas es el siguiente:

Gráfico 208. Mapa de situación de las centrales hidroeléctricas de producción en régimen ordinario en Extremadura



Fuente: Agencia extremeña de la energía

2.13.4.2.-Solar fotovoltaica

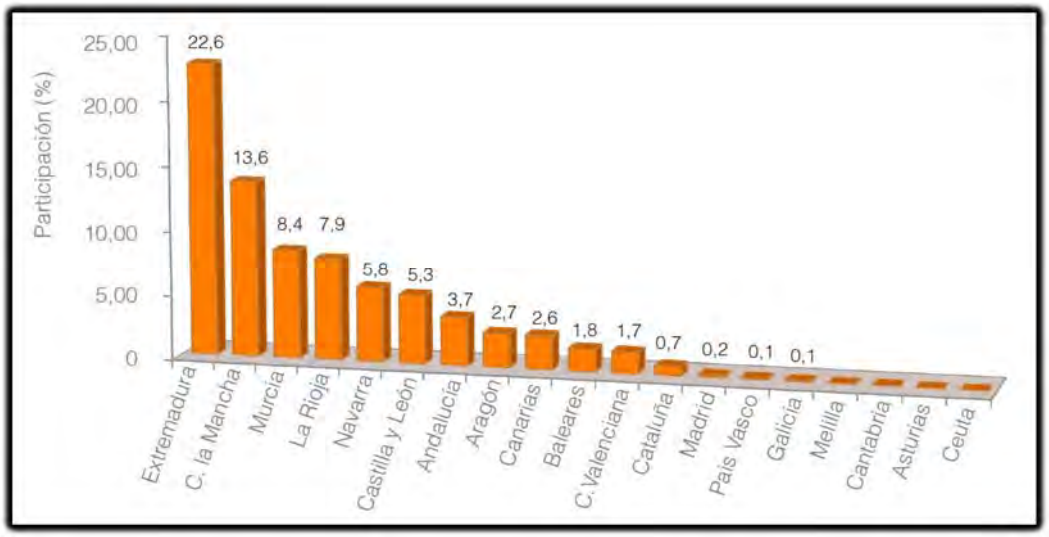
El desarrollo de la energía solar fotovoltaica en Extremadura a partir del año 2007, ha sido espectacular, pasando de los 62 MW en el año 2007 hasta los 532 MW existentes en el año 2011.

El desarrollo del sector en un futuro podrá venir del lado de los grandes parques, como consecuencia de la disminución de costes ante el volumen, o por la introducción del autoconsumo y balance neto, como consecuencia del cambio de normativa.

La participación de la energía fotovoltaica en la demanda eléctrica de la comunidad ha pasado del 5,23 % en el año 2008 a valores del 23 %, situándose Extremadura en cabeza por comunidades.

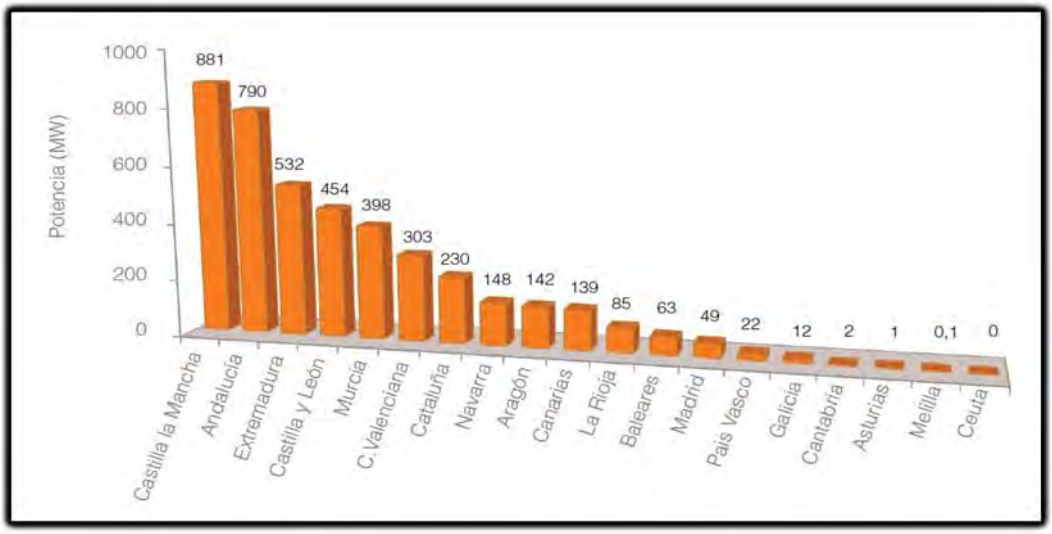
Extremadura es la tercera comunidad española en potencia instalada con energía solar fotovoltaica, y su participación es del 14 % en la producción nacional de esta energía.

Gráfico 209. Participación de la energía fotovoltaica en la demanda eléctrica por comunidades (%) 2011



Fuente: Agencia extremeña de la energía

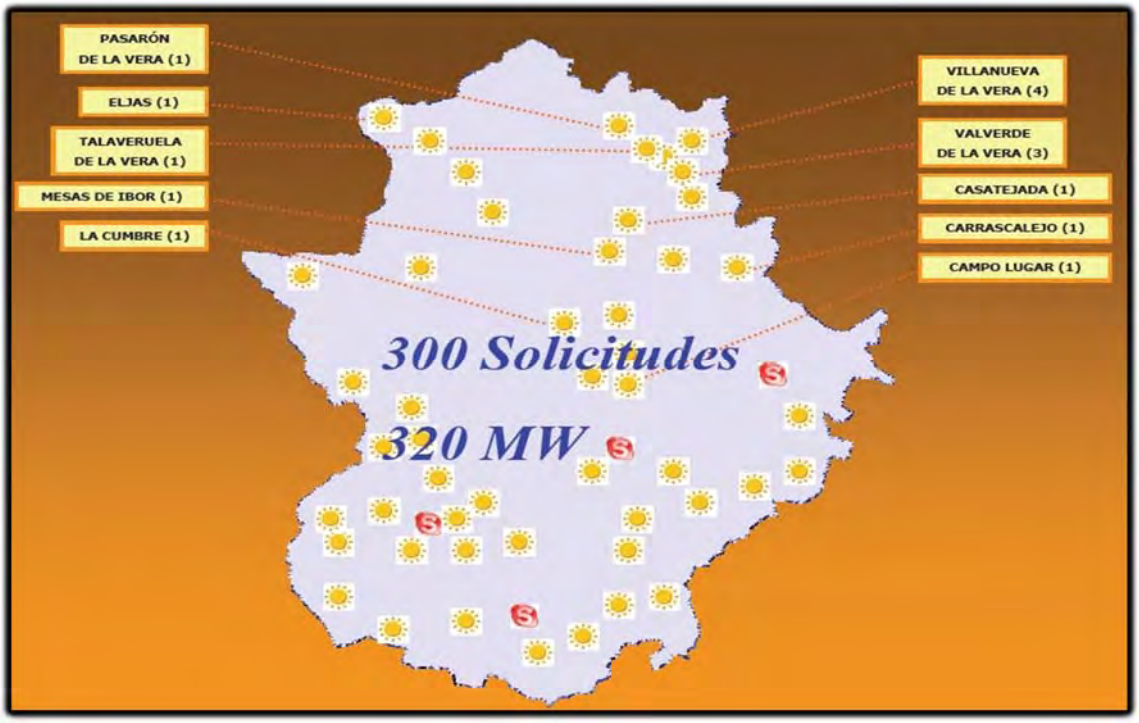
Gráfico 210. Potencia instalada acumulada con energía solar fotovoltaica por comunidades (MW) 2011



Fuente: Agencia extremeña de la energía

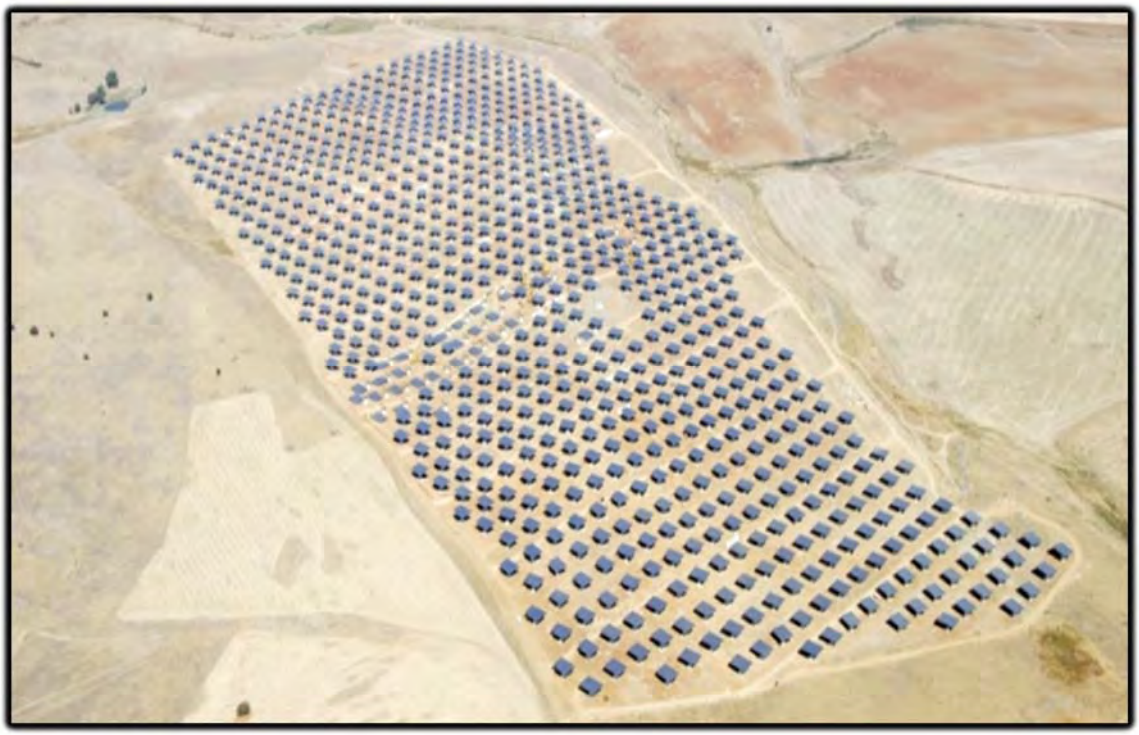
La Comunidad Autónoma de Extremadura cuenta con las mayores plantas de producción fotovoltaica de España. La planta de Don Álvaro en Badajoz genera 35 MW siendo la mayor del mundo en esa tecnología.

Gráfico 211. Mapa de situación de las centrales fotovoltaicas en Extremadura



Fuente: Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energía. Gobex

Fotografía 292. Parque fotovoltaico Solar Parks, en Don Alvaro (Badajoz)

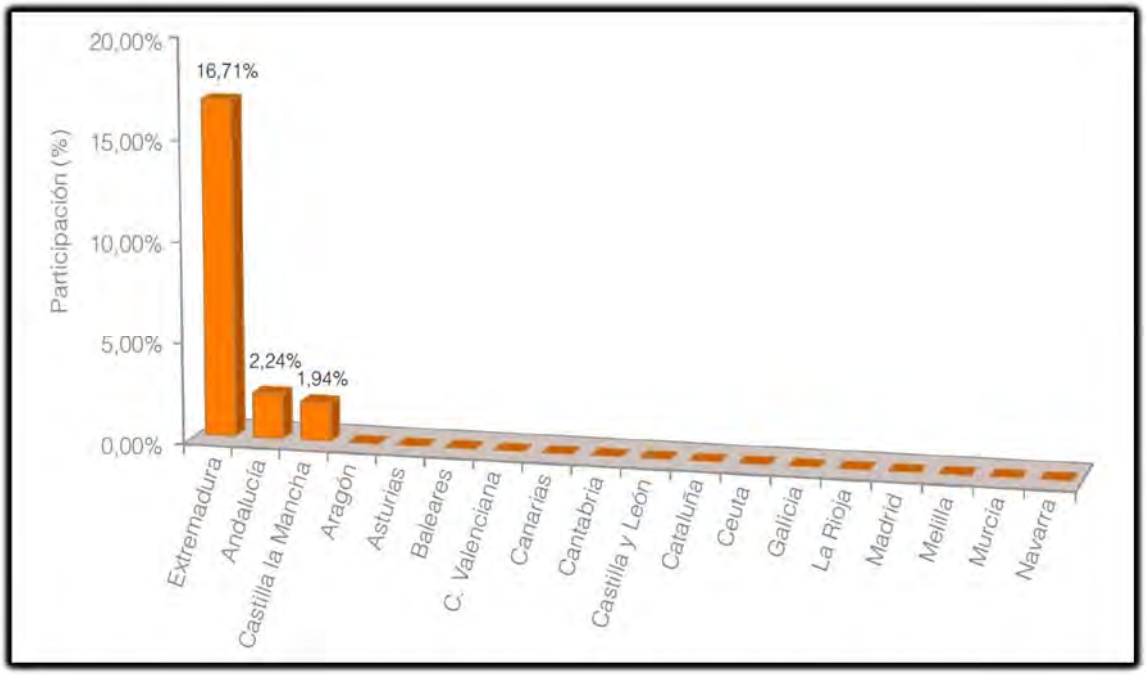


Fuente: Agencia extremeña de la energía

2.13.4.3.-Termosolar

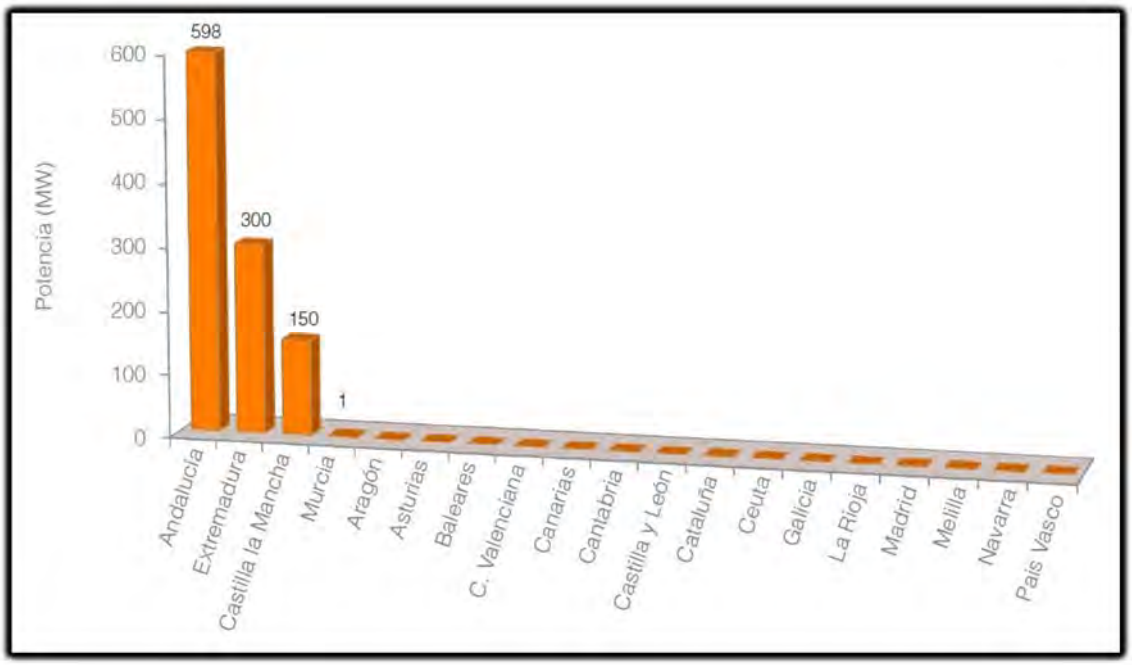
Extremadura es una de las cuatro comunidades con producción termosolar. Desde el año 2009 y hasta final de 2011 se han puesto en marcha 6 centrales termosolares alcanzando una potencia instalada de 300 MW, lo que supone una participación en la demanda eléctrica de la comunidad del 16,71 %, lo que hace que Extremadura está también en cabeza por comunidades.

Gráfico 212. Participación de la energía termosolar en la demanda eléctrica



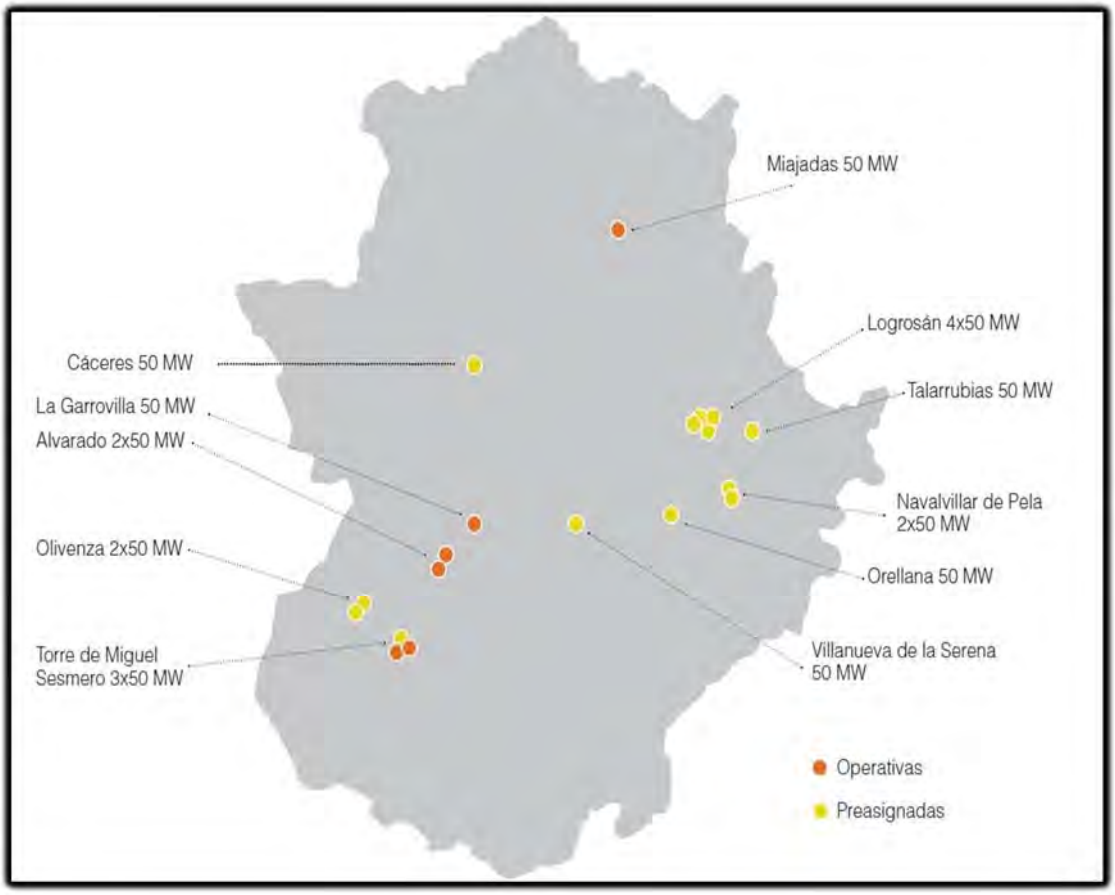
Fuente: Agencia extremeña de la energía

Gráfico 213. Potencia instalada de energía termosolar (MW) por comunidades. Año 2011



Fuente: Agencia extremeña de la energía

Gráfico 214. Mapa de situación de las centrales termosolares en Extremadura



Fuente: Agencia extremeña de la energía

Por lo que respecta a potencia instalada es la segunda comunidad por detrás de Andalucía, siendo su participación del 41 % en la producción nacional con esta fuente.

Fotografía 293. Parque solar termoeléctrico La Risca en Alvarado (Badajoz) 50 MW

Fuente: Agencia extremeña de la energía

2.13.4.4.-Biomasa

Por lo que respecta a instalaciones de aprovechamiento de la biomasa para producción eléctrica, en noviembre del año 2010 se inauguró la primera planta extremeña de este tipo de tecnología.

Está situada en Miajadas (Cáceres), tiene una potencia de 16 MW, con una producción de 128 GWh/año, lo que supone una demanda equivalente a la que necesitarían 40.000 hogares, utiliza 110.000 t/año de biomasa herbácea y leñosa, y la promueve Acciona.

Fotografía 294. Planta de biomasa de Miajadas (Cáceres) 16 MW

Fuente: Agencia extremeña de la energía

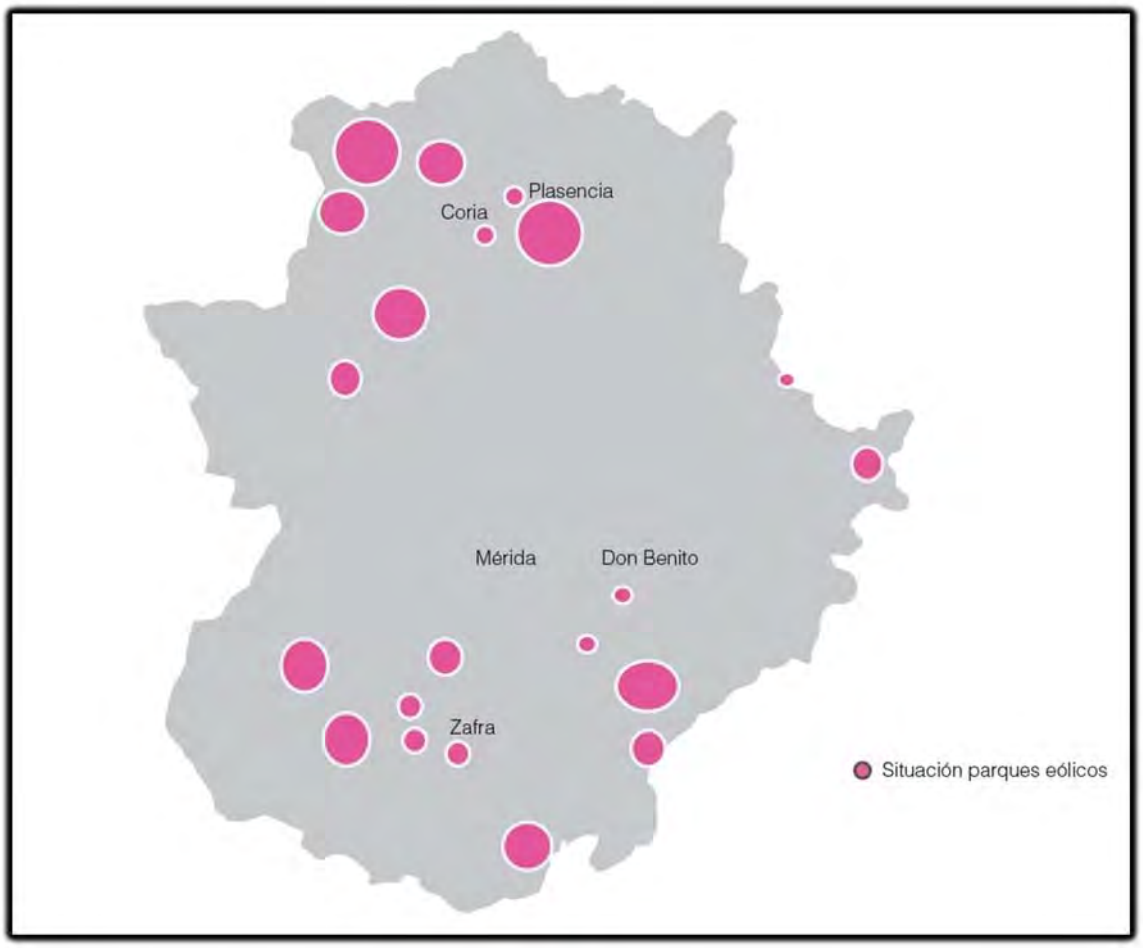
2.13.4.5.-Eólica

El primer decreto sobre parques eólicos fue aprobado en 2005, y a finales de 2010 había 26 parques aprobados en función de ese decreto con una potencia total de 560 MW.

Durante el año 2010 se publicó el "**Decreto 160/2010 de 16 Julio, por el que se regula el procedimiento para la autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica, mediante parques eólicos, en la Comunidad Autónoma de Extremadura**". Durante ese año fueron solicitados casi unos 900 MW más.

El número total de parques eólicos autorizados en Extremadura asciende al número de 66, con 565 aerogeneradores y 1.336 MW de potencia autorizada.

Gráfico 215. Mapa de ubicación de los parques eólicos



Fuente: Agencia extremeña de la energía

2.13.5.- Conclusiones sobre el suministro de energía eléctrica al Cofemanex

En España, las tensiones de electrificación para líneas de larga distancia son de 3 .000 V en corriente continua (líneas convencionales) y 25 kV en corriente alterna (líneas alta velocidad).

Según las **especificaciones técnicas de interoperabilidad europeas (ETIs),** el sistema de corriente alterna de 25 kV- 50 Hz, debe ser el sistema de alimentación deseado por razones de compatibilidad con los sistemas de generación y distribución de electricidad, y de normalización de los equipos de las subestaciones. Sin embargo, a causa de los elevados costes de las inversiones necesarias para migrar desde otras tensiones del sistema al de 25 kV y a la posibilidad de emplear unidades de tracción multisistema, se permite la utilización de la corriente continua de 3kV.

La Resolución de la Secretaría de Estado de Planificación e Infraestructuras, sobre criterios de diseño de líneas ferroviarias para el fomento de la interoperabilidad y del tráfico de mercancías indica que con carácter general, la construcción de nuevas líneas y la electrificación de las existentes, se proyectará con tensión de 25 kV CA. Sin embargo añade que la electrificación en 3 kV CC se podrá admitir en tramos de longitud reducida que sean prolongación de redes existentes, siempre y cuando así se autorice, expresa y motivadamente, por la Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias.

Se exige en cualquier caso que cuando se instale catenaria de 3 kV CC se utilicen elementos de aislamiento que permitan su transformación posterior a 25 kV CA. Además cuando la explotación inicial vaya a realizarse en ancho 1.668 mm, el diseño se realizará de forma que sea posible su transformación posterior, para permitir la explotación con tercer carril o en ancho estándar europeo.

El tramo Puertollano-Ciudad Real se encuentra actualmente electrificado como la mayor parte de las líneas convencionales en España, es decir 3.000 V en corriente continua.

El corredor ferroviario Cofemanex actualmente está sin electrificar.

El suministro a 3.000 V en CC con elementos de aislamiento que permitan su transformación posterior a 25 kV CA, debe ser por tanto la propuesta de electrificación del Cofemanex.

Las catenarias a emplear dependen de las velocidades máximas de recorrido. Para el tramo Aljucén-Badajoz sería la CA-220 y entre Aljucén-Puertollano sería la CA-160.

Las subestaciones de tracción se ubican en función del tráfico que tiene la línea en cada tramo. En zonas interurbanas suele fluctuar entre 10 y 20 km Con las características del tráfico del Cofemanex se podrían espaciar 20 km

La experiencia obtenida en otras líneas similares, hace pensar que con **el suministro de 3.000 kW de potencia por subestación tractora** debería ser suficiente para el correcto funcionamiento del Cofemanex. Este suministro garantizaría la circulación de dos o incluso tres trenes entre subestaciones, por lo que, a falta de tener un estudio más pormenorizado de la línea, se trata de valores del lado de la seguridad.

Para generar esta potencia se requieren transformadores de potencia de 3.300 kVA en las subestaciones de tracción de la línea convencional.

Extremadura se abastece de energía eléctrica con sus propias fuentes renovables. Produce 5.485 GWh con energías renovables y necesita para su consumo interior tan solo 4.477 GWh de electricidad. El resto de la energía eléctrica que se produce (total 21.342 GWh) se exporta a otras regiones. Esto quiere decir que Extremadura produce 4,7 veces más de energía eléctrica que necesita para su consumo interior.

La forma de obtener la energía necesaria en el suministro eléctrico del Cofemanex, se haría siempre mediante fuentes de energía renovable extremeñas como son la hidráulica, fotovoltaica, termosolar o biomasa.

Se necesita de forma inmediata la electrificación de la línea Badajoz-Mérida con el objeto de tener un trazado alternativo para las mercancías del corredor electrificado de altas prestaciones procedente de Portugal. Esto permitiría en Aljucén conectar con el corredor de altas prestaciones mixto extremeño hacia Madrid por Cáceres o continuar desde la estación de Mérida en diésel provisionalmente hasta Puertollano por el Cofemanex.

3.- PRINCIPALES NODOS Y CENTROS DE ACTIVIDAD DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN EL COFEMANEX

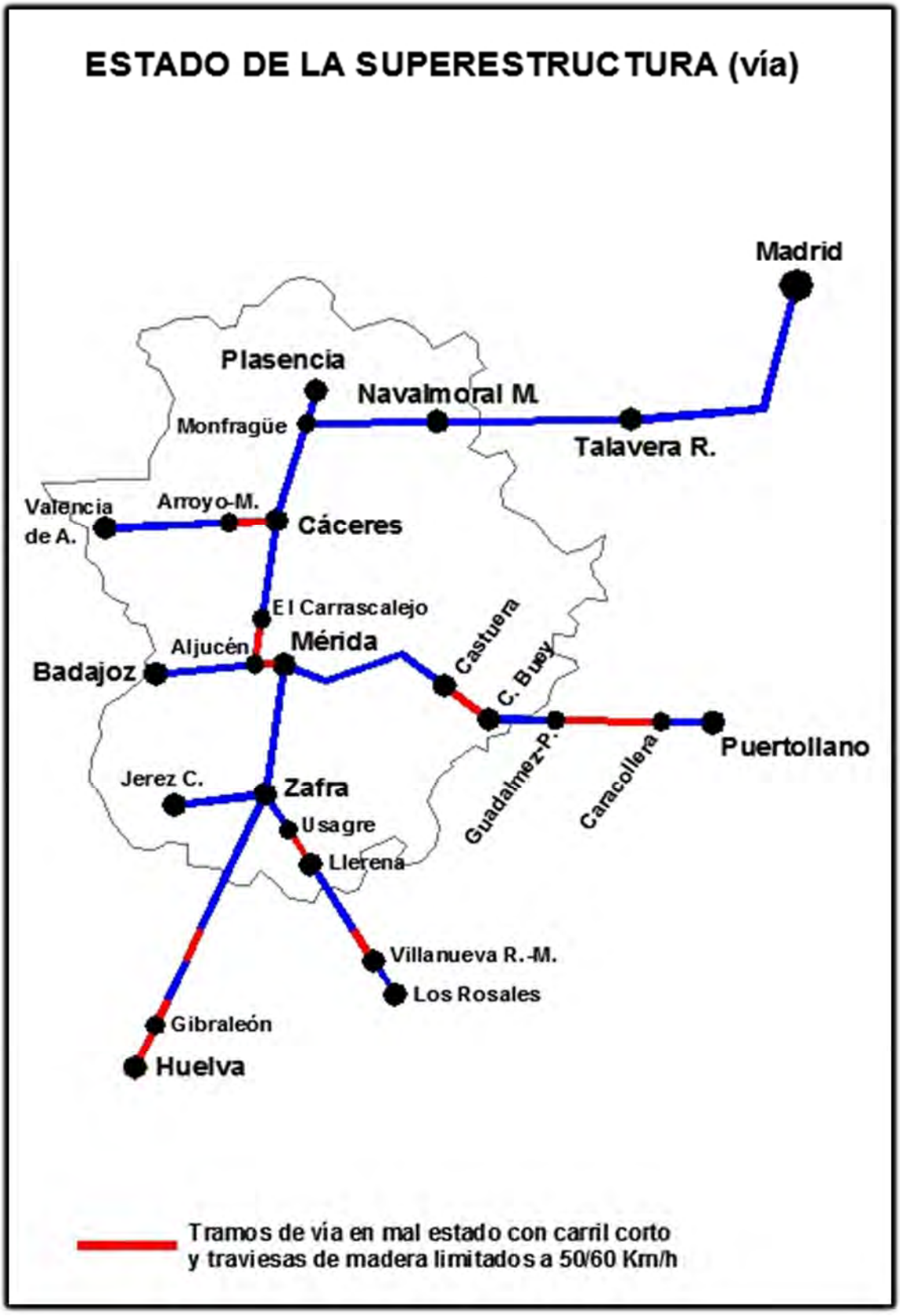
3.1.- SITUACIÓN ACTUAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS LOGÍSTICAS EN EXTREMADURA

Se adjuntan a continuación una serie de gráficos que representan la situación actual de las distintas infraestructuras existentes en la región extremeña.

Gráfico 216. Mapa de la red de carreteras de Extremadura

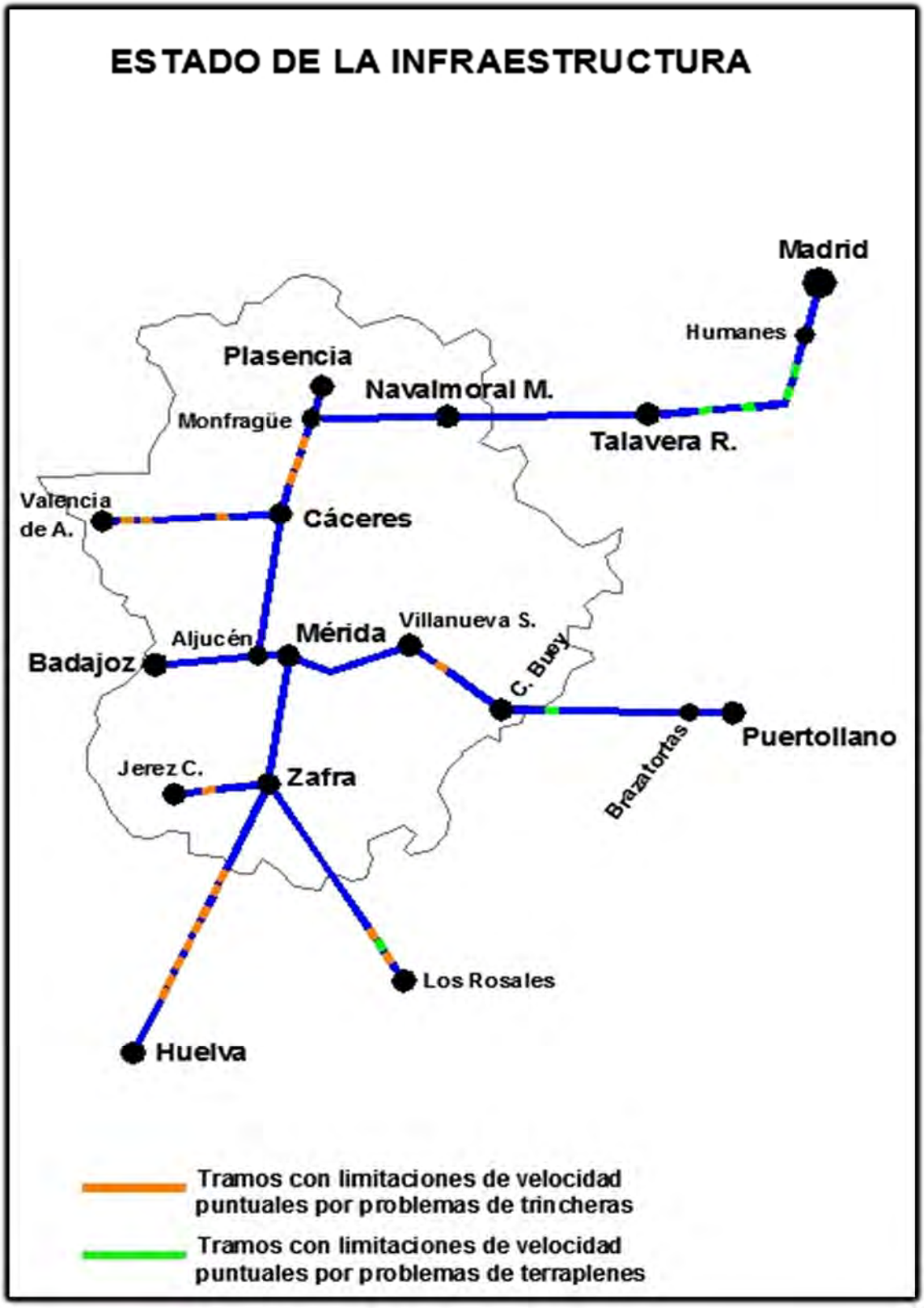
Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Gráfico 217. Red ferroviaria convencional en Extremadura. Estado de la superestructura



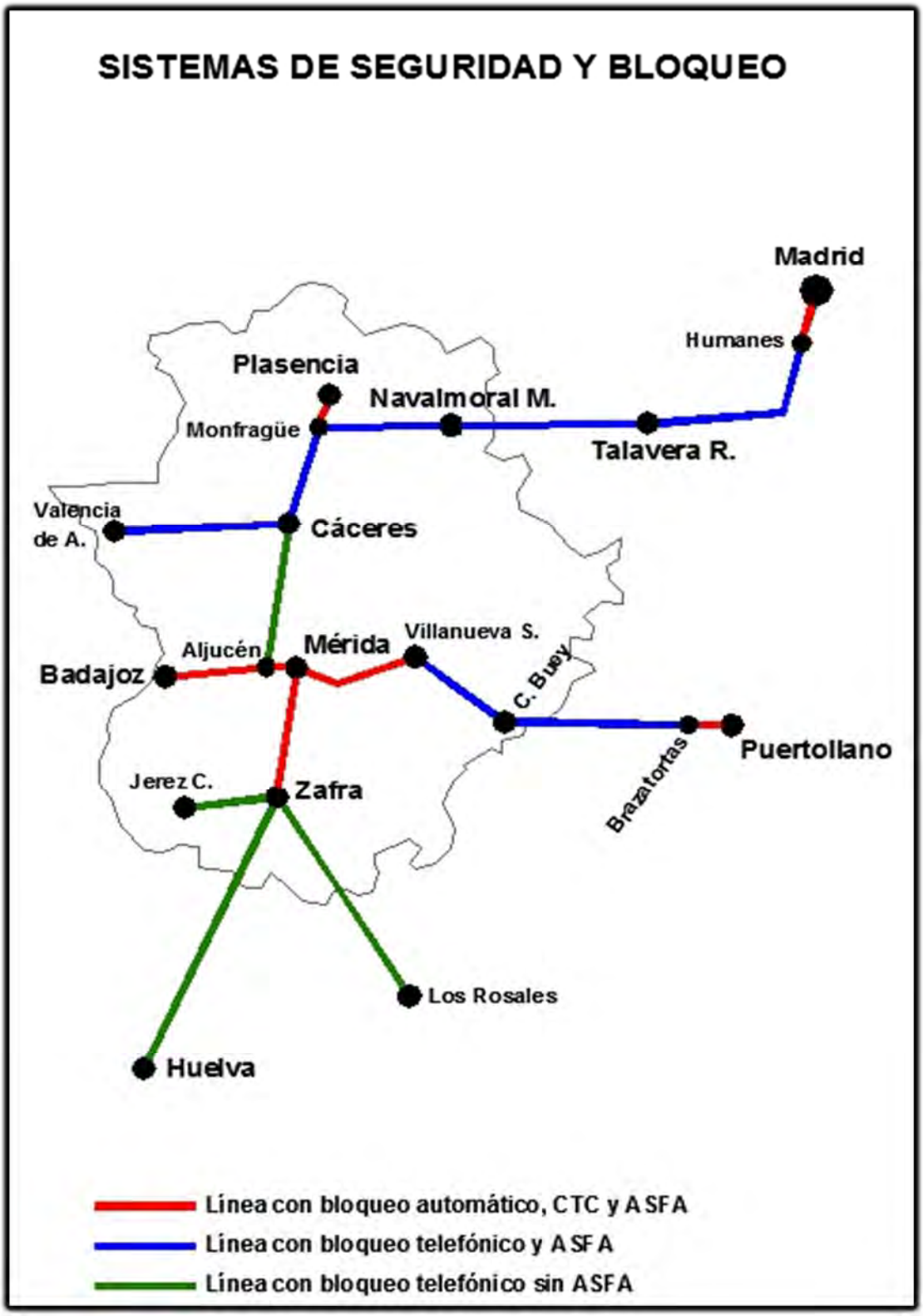
Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Gráfico 218. Red ferroviaria convencional en Extremadura. Estado de la Infraestructura



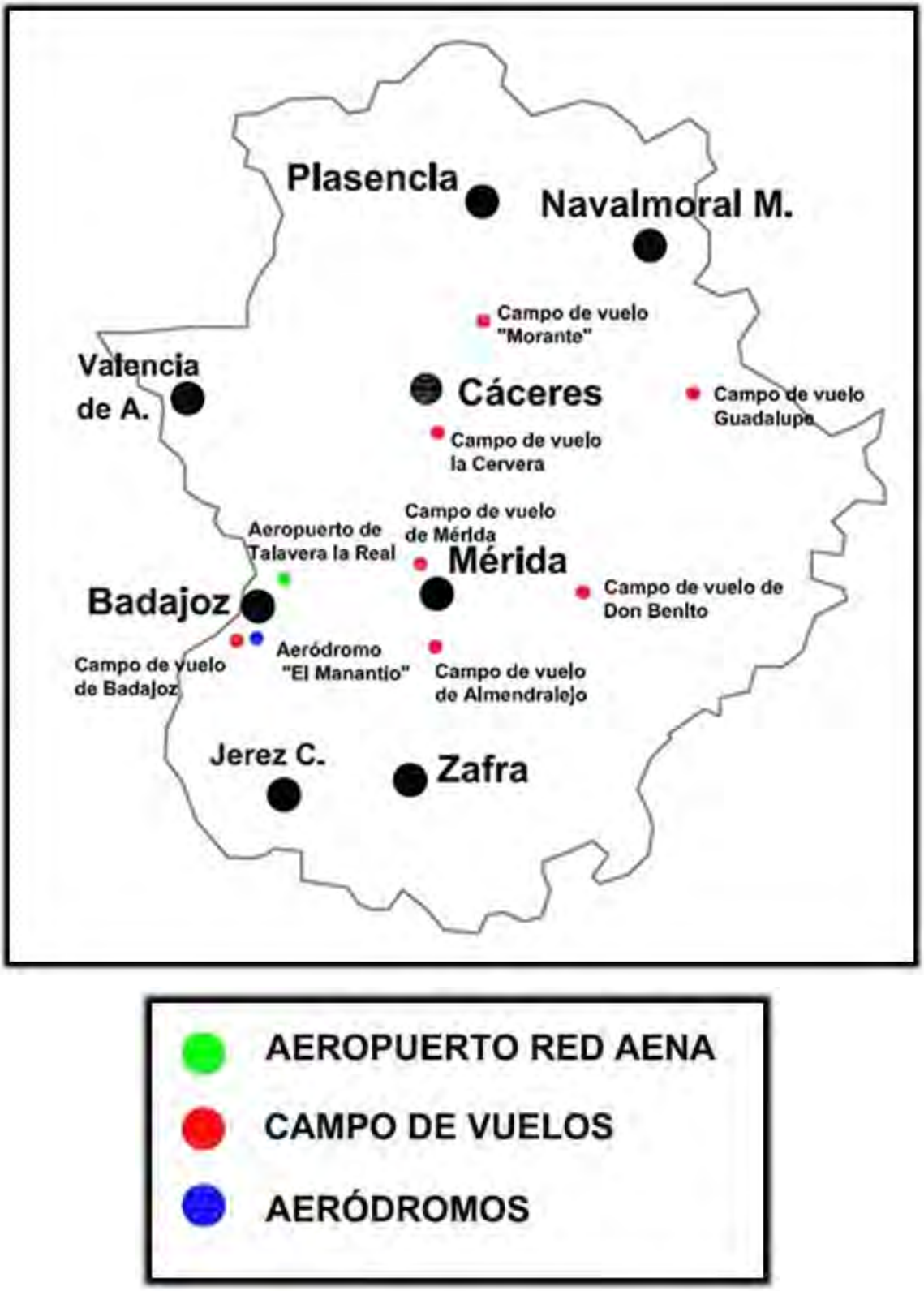
Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Gráfico 219. Red ferroviaria convencional en Extremadura. Sistemas de seguridad y bloqueo



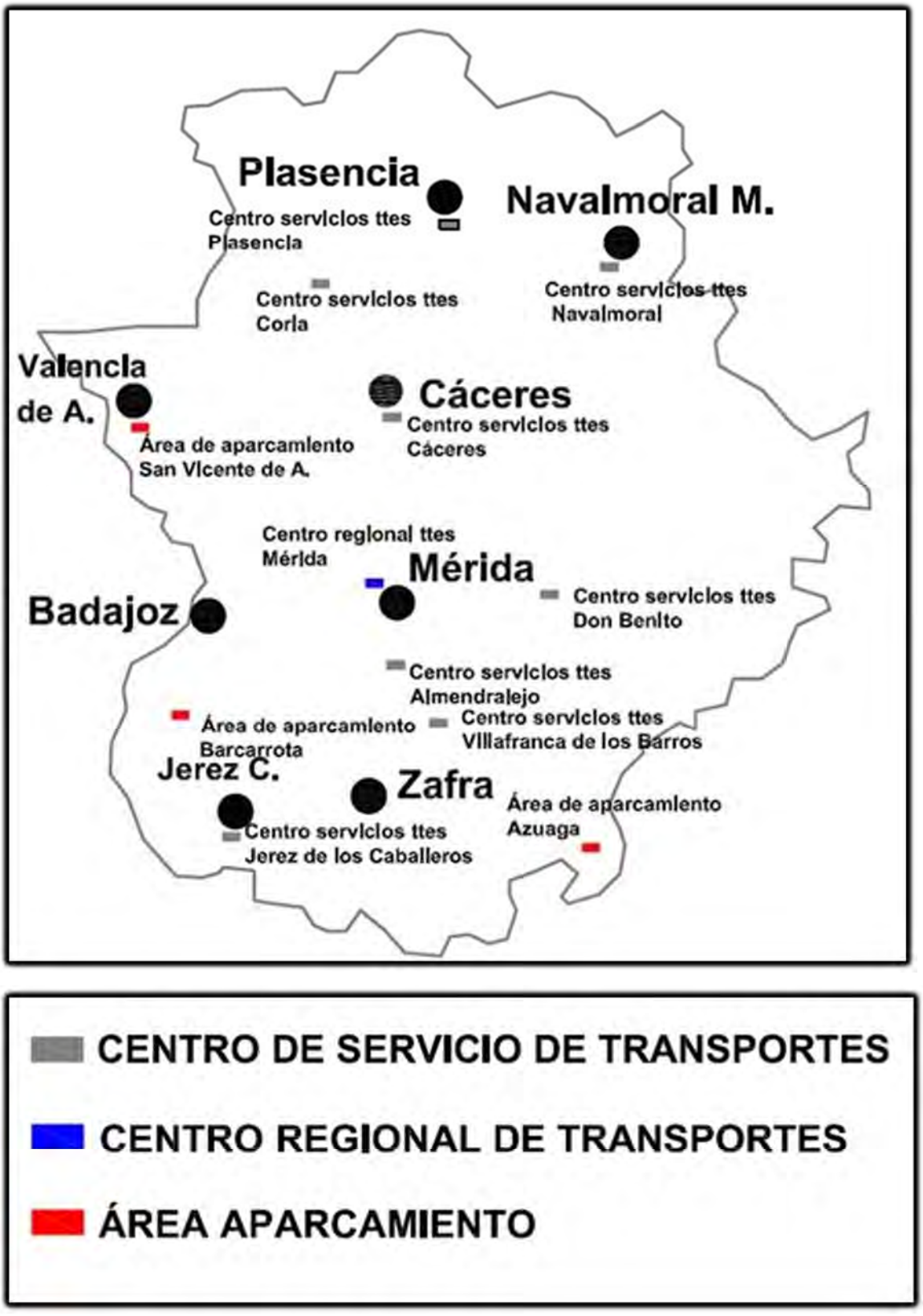
Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Gráfico 220. Mapa de areropuertos y aeródromos de Extremadura



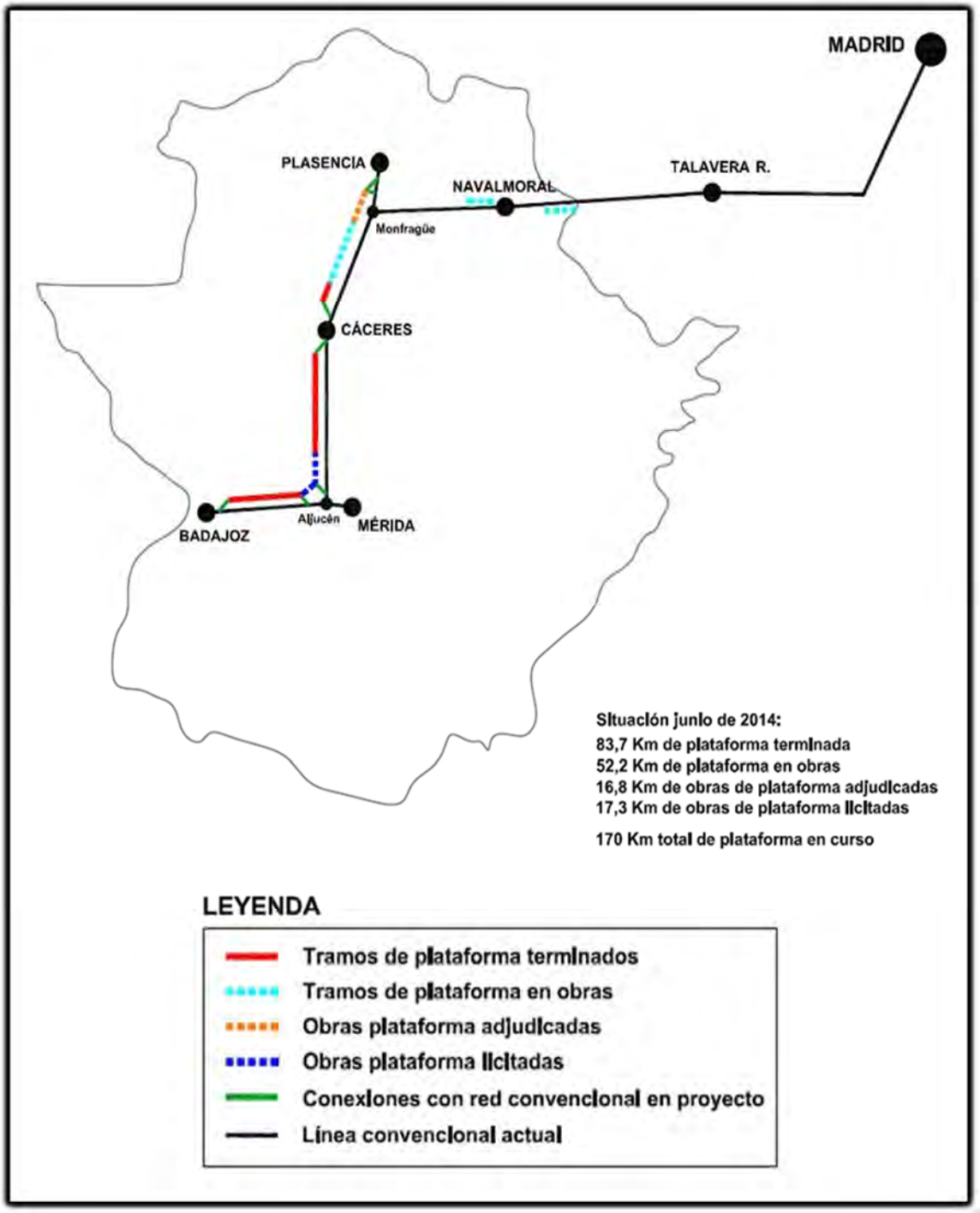
Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Gráfico 221. Red de centros de transporte de Extremadura



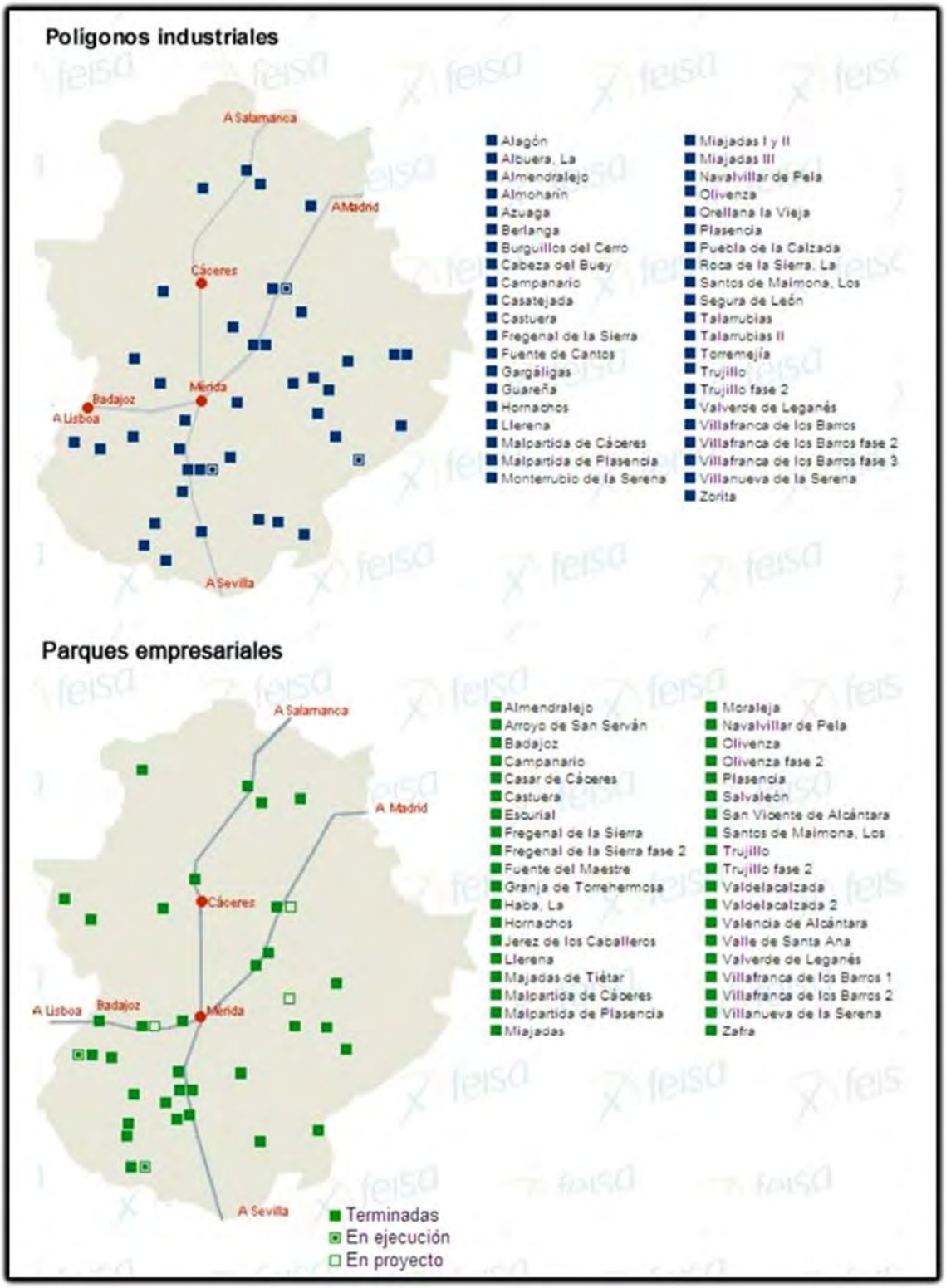
Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Gráfico 222. Situación a junio de 2014 de las obras de la línea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura-Frontera Portuguesa



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Gráfico 223. Planificación autonómica relacionada con el transporte y la logística en Extremadura

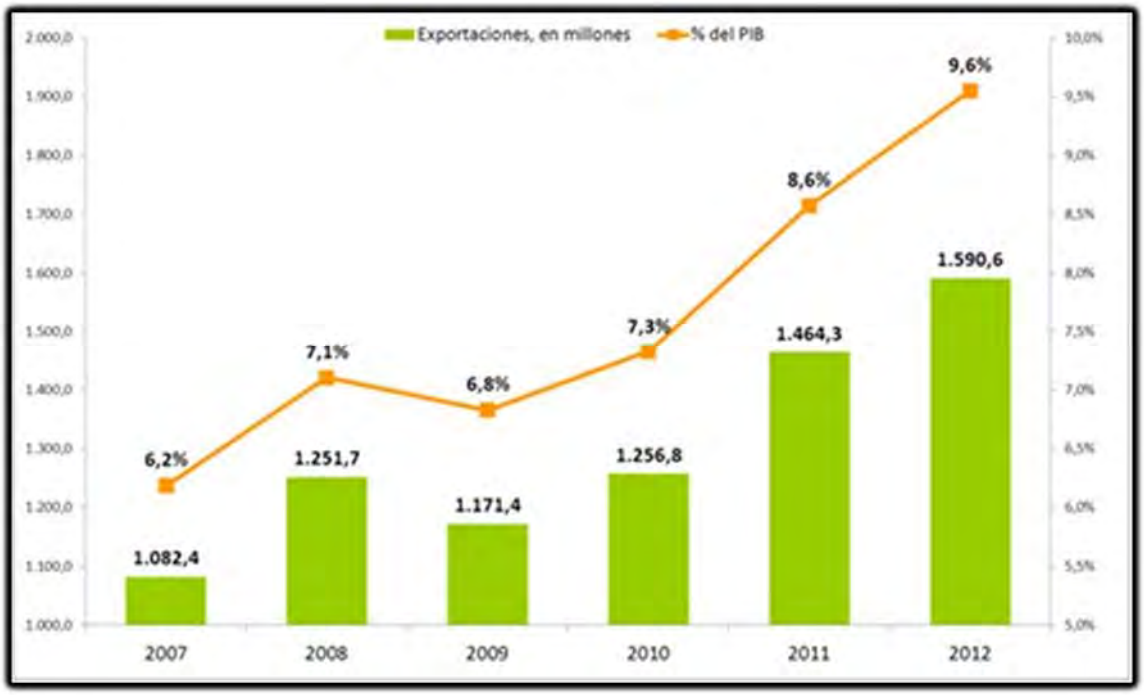


Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

3.2.- DESARROLLO DE LAS INFRAESTRUCTURAS LOGÍSTICAS EN EXTREMADURA. NECESIDADES Y OBJETIVOS A CORTO, MEDIO Y LARGO PLAZO

En los últimos años, las exportaciones extremeñas han alcanzado records históricos, gracias precisamente al esfuerzo de las empresas regionales en posicionarse en nuevos mercados. Por ello, se cree muy conveniente realizar un análisis de las infraestructuras logísticas de la Comunidad, a fin de consolidar las actuales y desarrollar otras nuevas que permitan seguir estimulando este esfuerzo exportador, atendiendo las necesidades de las empresas extremeñas y garantizando una movilidad rápida y eficiente de las mercancías y productos extremeños.

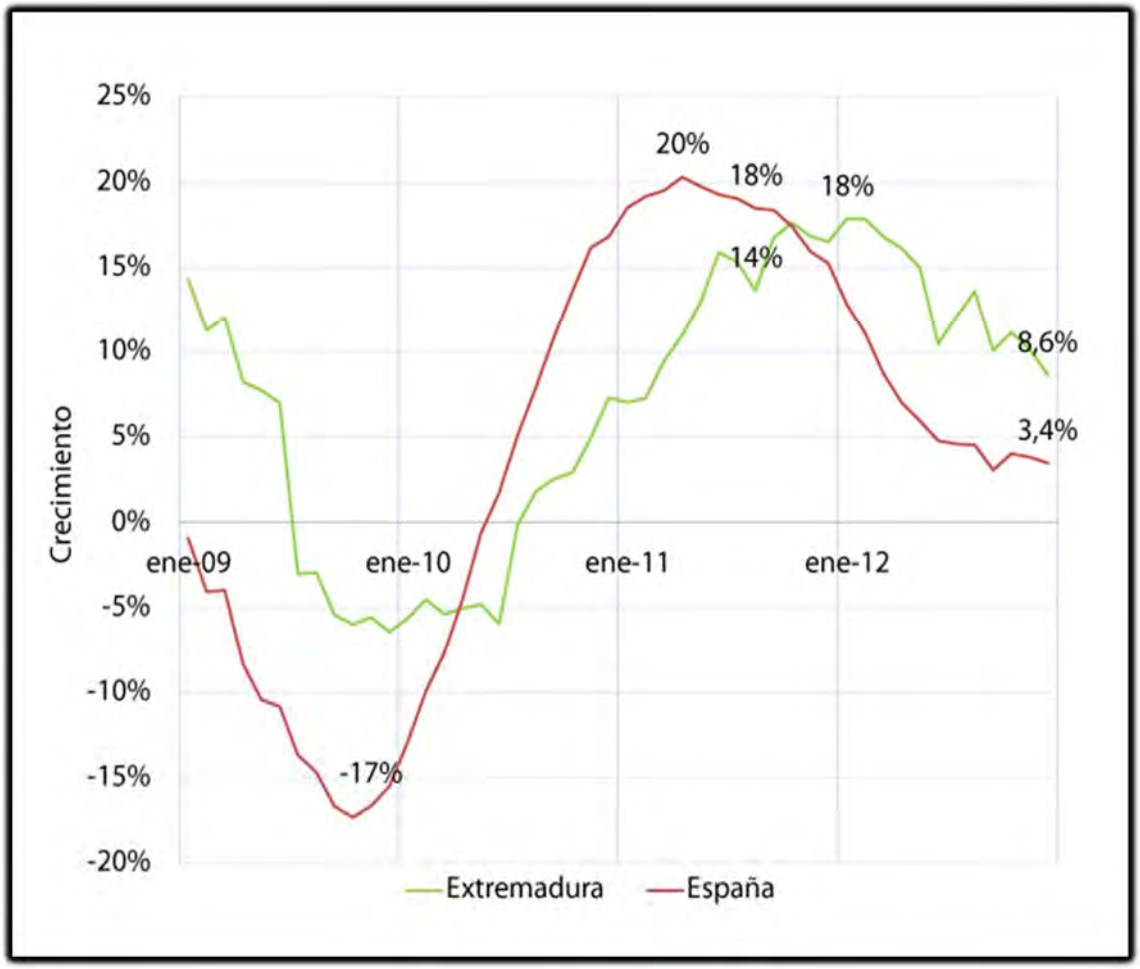
Gráfico 224. Evolución de las exportaciones extremeñas. 2008-2012



Fuente: Extremadura Avante

El año 2012 fue un año clave para la internacionalización extremeña, en el que el valor total de las exportaciones alcanzó la histórica cifra de 1.590,56 millones de euros, lo que representa un 8,6% más que el año 2011 y un 26,6% más que el año 2010. Situándose Extremadura como la quinta región que mayor incremento ha experimentado en sus ventas internacionales, durante el año 2012, por encima de comunidades con gran peso en el conjunto de España, como son Cataluña, Comunidad Valenciana o Madrid.

Gráfico 225. Comparativa del crecimiento interanual de las exportaciones españolas y las extremeñas



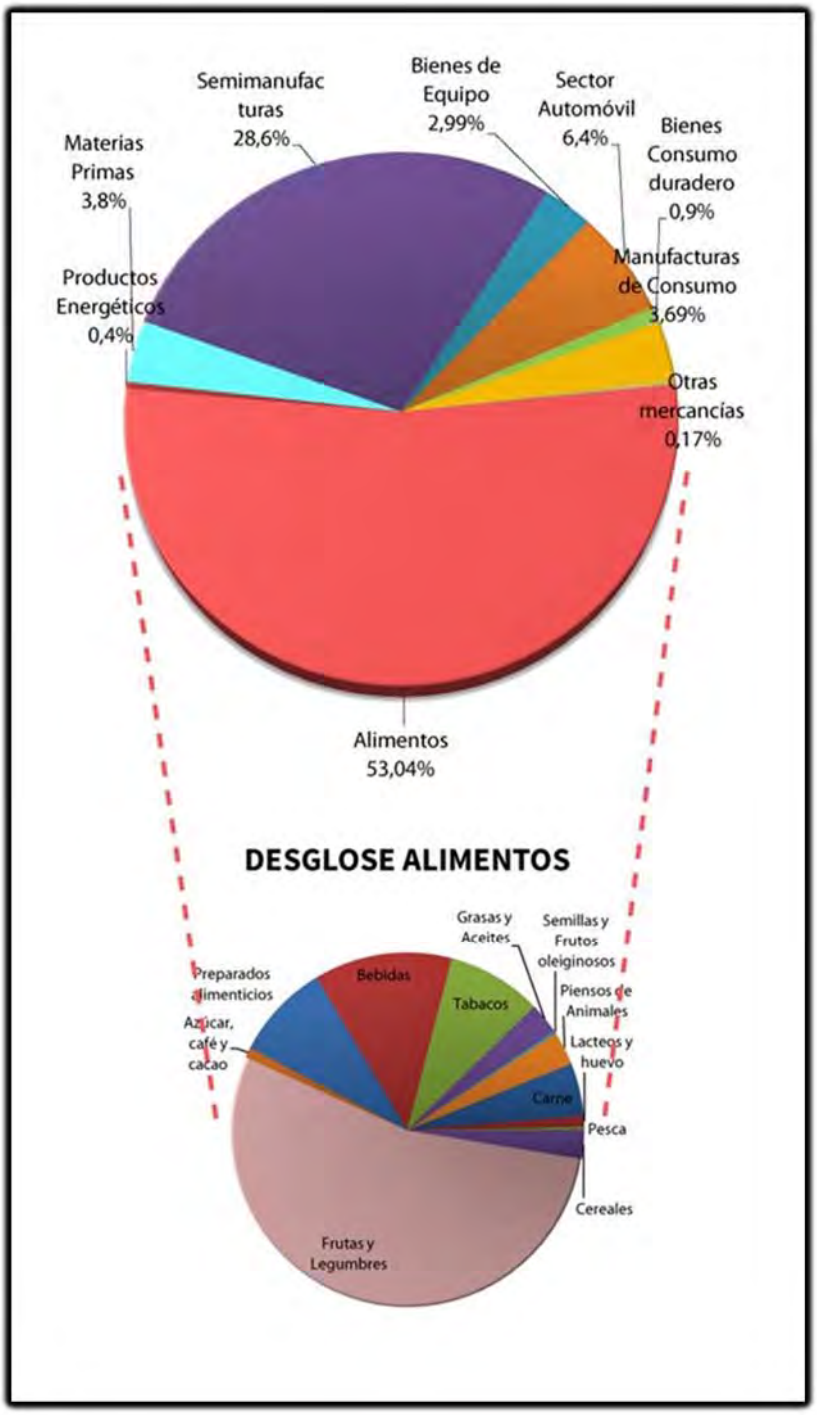
Fuente: Extremadura Avante

Tabla 87. Datos globales de importación de Extremadura según los sectores establecidos en el ICEX. Periodo 2010-2012

	2010		2011		2012	
Sectores ICEX	toneladas	Nº Operaciones	toneladas	Nº Operaciones	toneladas	Nº Operaciones
TOTAL PRODUCTOS	***1.261.936,44***	***58.727***	***1.374.904,27***	***56.465***	***1.247.997,94***	***67.462***
1 – AGROALIMENTARIOS	***263.224,58***	***3.874***	***291.488,20***	***4.170***	***275.597,37***	***4.294***
101 -- PRODUCTOS HORTOFRUTÍCOLAS	147.000,70	846	173.821,45	769	183.397,84	1.094
102 -- PLANTAS VIVAS Y PRODUCTOS DE FLORICULTURA	183,67	166	246,51	180	522,15	169
103 -- TABACO	2.409,68	503	4.852,58	685	247,04	2
104 -- ANIMALES VIVOS Y SUS PRODUCTOS	3.542,58	125	3.179,61	211	4.487,51	215
105 -- PRODUCTOS CÁRNICOS	17.751,53	434	22.395,72	396	24.315,77	733
106 -- PESCADOS Y MARISCO	377,69	151	472,86	170	470,27	196
107 -- PANADERÍA Y OTROS	87.305,59	1.124	78.881,10	1.223	53.185,05	1.295
108 -- GRASAS Y ACEITES	2.990,73	88	5.313,55	114	5.242,56	88
109 -- LÁCTEOS	1.662,41	437	2.324,84	422	3.729,19	502
2 – BEBIDAS	***7.011,89***	***460***	***5.713,58***	***539***	***22.266,19***	***443***
201 -- VINOS	1.489,53	41	236,54	46	13.444,70	50
202 -- OTRAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS	1.693,82	197	1.621,88	167	2.990,75	146
203 -- BEBIDAS SIN ALCOHOL	3.828,55	222	3.855,15	326	5.830,74	247
3 – BIENES DE CONSUMO	***14.883,74***	***26.381***	***14.349,91***	***23.609***	***11.047,13***	***34.641***
301 -- HÁBITAT	8.031,15	4.705	8.460,86	4.439	6.092,04	4.740
302 -- MODA	4.474,18	17.908	4.694,38	15.539	4.149,52	24.456
303 -- OCIO	2.294,89	2.825	1.122,18	2.566	677,40	4.508
304 -- INDUSTRIAS CULTURALES	83,53	943	72,49	1.065	128,17	937
4 – MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS INDUSTRIALES Y BIENES DE EQUIPO	***976.816,23***	***28.012***	***1.063.352,58***	***28.147***	***939.087,25***	***28.084***
401 -- TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y DE LAS TELECOMUNICACIONES	5.858,16	3.583	3.288,94	4.172	2.807,20	4.346
402 -- TECNOLOGÍA INDUSTRIAL	26.059,57	8.963	25.947,32	7.709	26.115,14	8.349
403 -- MEDIO AMBIENTE Y PRODUCCIÓN ENERGÉTICA	66.348,05	635	226.382,05	540	128.254,76	611
404 -- INDUSTRIA QUÍMICA (PRODUCTOS QUÍMICOS)	98.872,93	6.347	103.941,97	6.535	90.494,14	6.644
405 -- INDUSTRIA AUXILIAR MECÁNICA Y DE LA CONSTRUCCIÓN	685.132,33	5.484	600.962,11	5.375	518.010,28	4.709
406 -- MATERIAS PRIMAS, SEMIMANUFACTURAS Y PRODUCTOS INTERMEDIOS	94.545,18	3.000	102.830,19	3.816	173.405,73	3.425

Fuente: Agencia Tributaria (AEAT)

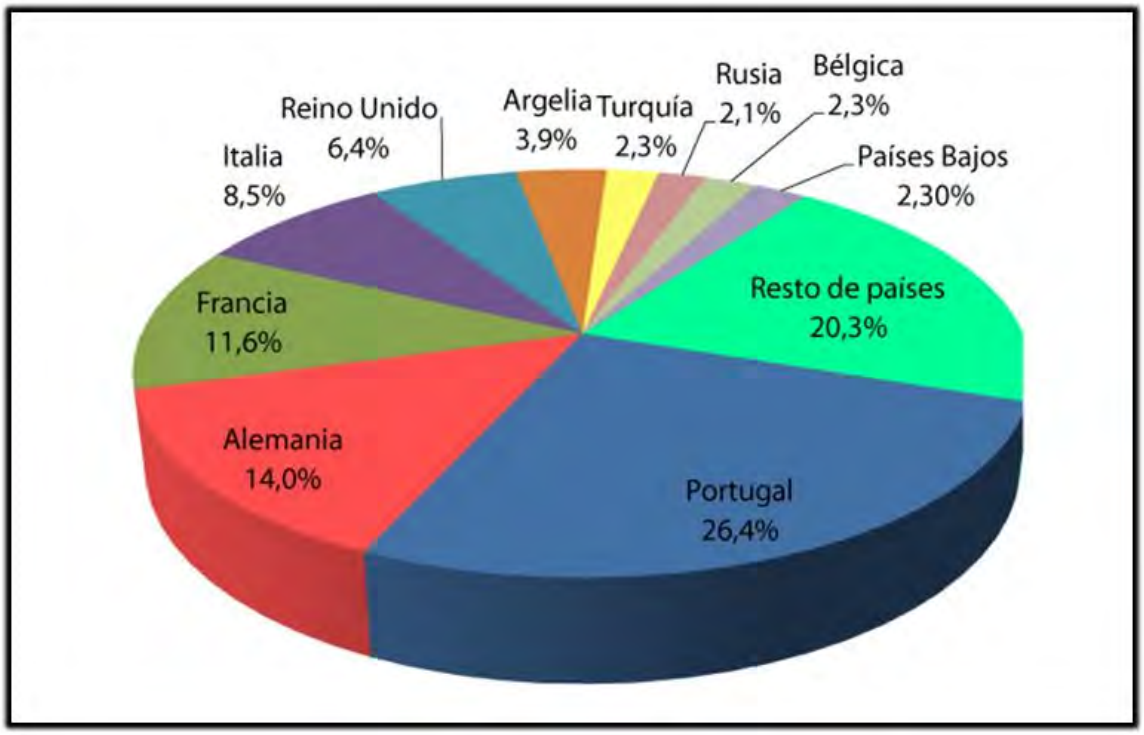
Gráfico 226. Desglose de las exportaciones en Extremadura y los sectores económicos. (Año 2012)



Fuente: Extremadura Avante

Estas cifras, que en 2013 apuntan a una mejora importante, reflejan que la apuesta decidida las empresas extremeñas por la internacionalización. Además hay que destacar que se está alcanzando una mayor diversificación de mercados. Y aunque más de la mitad de las empresas extremeñas exportadoras, lo están haciendo a países europeos, muchas ya venden sus productos a mercados emergentes.

Gráfico 227. Principales clientes de los productos extremeños. (Año 2012)



Fuente: Extremadura Avante

Sin embargo, todos los colectivos empresariales regionales siguen coincidiendo en que las carencias de la red logística extremeña y, en consecuencia, los excesivos costes que conlleva el transporte de los productos, sigue restando competitividad frente a otros mercados más accesibles.

Por ello, y ante el déficit histórico que padece el territorio extremeño en cuanto a infraestructuras viarias que faciliten la logística del transporte, especialmente en ferrocarriles, se quiere fijar unos objetivos que permitan la puesta en valor y aprovechamiento de las infraestructuras existentes, así como la planificación y ejecución de aquellas que se consideren más necesarias para la economía de Extremadura, tanto a corto como a medio y largo plazo.

3.2.1.- Actuaciones a corto plazo

Teniendo en cuenta el estado y disponibilidad de las infraestructuras actuales, se proponen a corto plazo las siguientes medidas:

3.2.1.1.- Reapertura y puesta en valor de la terminal ferroviaria de Mérida

Esta terminal de carga de contenedores lleva inactiva desde hace varios años. Ahora, y gracias a la unión de varias empresas extremeñas y al apoyo de la administración regional mediante el grupo Avante y del Ayuntamiento de Mérida, se ha creado un nuevo ente denominado **Centro Logístico Extremeño S.L**[73]. Esta nueva empresa acaba de alcanzar un acuerdo con Adif para comenzar a explotar de nuevo la terminal, que por su ubicación estratégica, facilitará a las empresas de la región soluciones óptimas en materia de transporte de mercancías a través del ferrocarril, estando encaminado a la exportación. Así, va dirigido a cualquier industria que precise del transporte de sus productos, aunque para el estudio de viabilidad se han tenido en cuenta las principales de la región: aceite, aceituna, tomate y vino, cuatro sectores que suman unas exportaciones anuales totales en Extremadura de 575.590 toneladas.

[73] Operativo desde febrero 2014

3.2.1.2.- Desarrollo de los nuevos parques empresariales Expacio Mérida y Expacio Navalmoral

Estos nuevos centros, ya en servicio gracias al Grupo Avante, ofrecen 543 ha de suelo industrial con infraestructuras y servicios de primer orden para dar respuesta a las necesidades de grandes proyectos industriales, logísticos y empresariales, permitiendo acelerar la implantación de sus empresas y su integración en un entorno de innovación permanente.

3.2.1.3.- Ejecución, de forma convenida con Adif, de las conexiones ferroviarias con los Expacios Mérida y Navalmoral

En ambos casos, y dada la estratégica situación de ambos parques y su proximidad de comunicación por vía férrea, se ha destinado una parte a reserva de suelo para terminal ferroviaria. Con ello se ofrece la posibilidad de intermodalidad entre la carretera y el ferrocarril, aumentando con ello la oferta empresarial y dotando a los nuevos parques de una logística accesible por tren hasta ahora inédita en la región, lo que sin duda ofrece nuevas perspectivas en el ámbito del transporte de mercancías por vía férrea en la Comunidad.

3.2.1.4.- Ejecución de mejoras en la red ferroviaria convencional

Gracias al acuerdo que el Gobierno de Extremadura alcanzó en julio de 2012 con el Ministerio de Fomento y Adif, se están realizando mejoras en las vías extremeñas, a fin de renovar aquellos trayectos que aún se encuentran en muy mal estado e impiden una eficiente explotación ferroviaria. De esta manera se están realizando trabajos entre Zafra y Llerena, entre Mérida y Aljucén y también se ejecutarán entre Castuera y Cabeza del Buey. Esto permitirá que la red ferroviaria se encuentre en óptimas condiciones en todo el territorio extremeño.

3.2.2.- Actuaciones a medio plazo

Se proponen a medio plazo las siguientes medidas:

3.2.2.1.- Ferrocarriles

En lo referente a infraestructuras ferroviarias para el transporte de mercancías, el Gobierno de Extremadura trabaja con el Ministerio de Fomento para alcanzar un acuerdo que permita la potenciación y mejora del actual corredor Badajoz- Puertollano, mediante su renovación total y electrificación. Esto permitirá dar continuación a la nueva línea de altas prestaciones que el gobierno luso va construir entre Sines, Évora y la frontera de Caya, y cuya puesta en servicio está prevista en 2019. Este corredor, por trazado este-oeste discurre por una de las zonas más ricas de Extremadura, como son las Vegas del Guadiana y su potente y consolidada industria agroalimentaria. También se propone el uso, como eje de apoyo al corredor Atlántico-Mediterráneo, de la nueva línea ferroviaria de altas prestaciones entre Madrid y Badajoz, y que usará la LAV entre Plasencia y Badajoz. A este respecto señalar que el carácter mixto de la nueva infraestructura la hace idónea para soportar todo tipo de tráficos. Este eje ferroviario atendería también a las zonas más productivas del norte de la región, como son las industrias agropecuarias de Plasencia, el Jerte y la Vera, así como las Vegas de Coria y las nuevas minas de estaño en Pedroso de Acín. Finalmente, es necesario alcanzar un acuerdo con el Ministerio de Fomento y Adif para concluir las mejoras pendientes fuera de Extremadura en las líneas Mérida-Sevilla y Zafra-Huelva, trayectos indispensables para dar salida por mar a los productos extremeños, cuyo acondicionamiento permitiría poner a nuestro alcance los puertos de Sevilla y Huelva en condiciones de tiempo y costes competitivos.

3.2.2.2.- Carreteras

En cuanto a infraestructuras viarias, se considera vital e indispensable completar la red actual con la ejecución de la autovía A-43 desde Torrefresneda hasta Ciudad Real, lo que permitiría mejorar notablemente la difícil comunicación actual este-oeste hasta el

Levante y Valencia. Así mismo, también se propone la conclusión de la autovía EX-A1 desde Moraleja a Monfortinho y Castelo Branco, lo que garantizará la conexión del norte de la región con Portugal mediante una vía de comunicación de gran capacidad, hasta ahora inexistente.

3.2.2.3.- Centros logísticos

Se propone iniciar cuanto antes los trabajos de la Plataforma Logística del Suroeste Ibérico ubicada en Badajoz, a fin de convertirla en el centro neurálgico de la logística regional, y en uno de los principales nodos de interoperabilidad mercante a nivel nacional. Para ello, el Gobierno de Extremadura, de acuerdo con SEPES, va a asumir las competencias que le permitan iniciar los trabajos de construcción de la primera fase. La Plataforma Logística de Badajoz es una de las infraestructuras más necesarias para generar empleo y riqueza en Extremadura y ha cobrado más sentido que nunca con el impulso que se ha dado a la nueva conexión ferroviaria de altas prestaciones de Madrid y Badajoz con Portugal, así como con el proyecto luso de nueva conexión ferroviaria Sines-Évora-Caya y su continuidad hasta Puertollano como parte del Corredor Central (antiguo eje 16). Por ello, la puesta en marcha de esta infraestructura es un objetivo inaplazable dado que la entrada de mercancías desde el Canal de Panamá, que será una realidad en 2017, situará a Extremadura como un gran nodo logístico por su situación estratégica, convirtiéndose en puerta de entrada hacia la UE de gran parte del volumen de las mercancías procedentes de América. También se propone la mejora de la red de centros de transporte y polígonos industriales de la región, como apoyo y asistencia a la plataforma logística, con el fin de garantizar una eficiente y rápida carga y/o distribución de los productos dentro de la Comunidad.

3.2.3.- Actuaciones a largo plazo

Finalmente, y a largo plazo, también se consideran necesarias las siguientes medidas:

3.2.3.1.- Línea de Alta Velocidad de Extremadura

Conclusión de la línea de alta velocidad entre Plasencia y Madrid y puesta en servicio del corredor completo entre Madrid y Badajoz, tanto para trenes de alta velocidad, como mercancías en alta capacidad, incluyendo la conexión con Portugal y el puerto de Sines mediante la continuidad del corredor por la línea de altas prestaciones Badajoz-Elvas-Évora-Lisboa.

3.2.3.2.- Línea de ferrocarril Ruta de la Plata

Como complemento indispensable a los nuevos ejes ferroviarios, se propone, de acuerdo a lo presentado en el PITVI y en la nueva propuesta de red española para la Red Transeuropea del Transporte, la recuperación del ferrocarril Ruta de la Plata entre Plasencia y Salamanca, a fin de lograr la conexión con la nueva línea de altas prestaciones de Fuentes de Oñoro a Medina del Campo y posibilitar así una ruta alternativa al paso por Madrid de todo el tráfico ferroviario mercante actual entre el norte y el sur peninsular.

3.2.3.3.- Nueva autovía A-83

En cuanto a infraestructuras viarias se propone la construcción de la nueva A- 83 Zafra-Huelva para facilitar las relaciones norte-sur y la conexión con el puerto de Huelva.

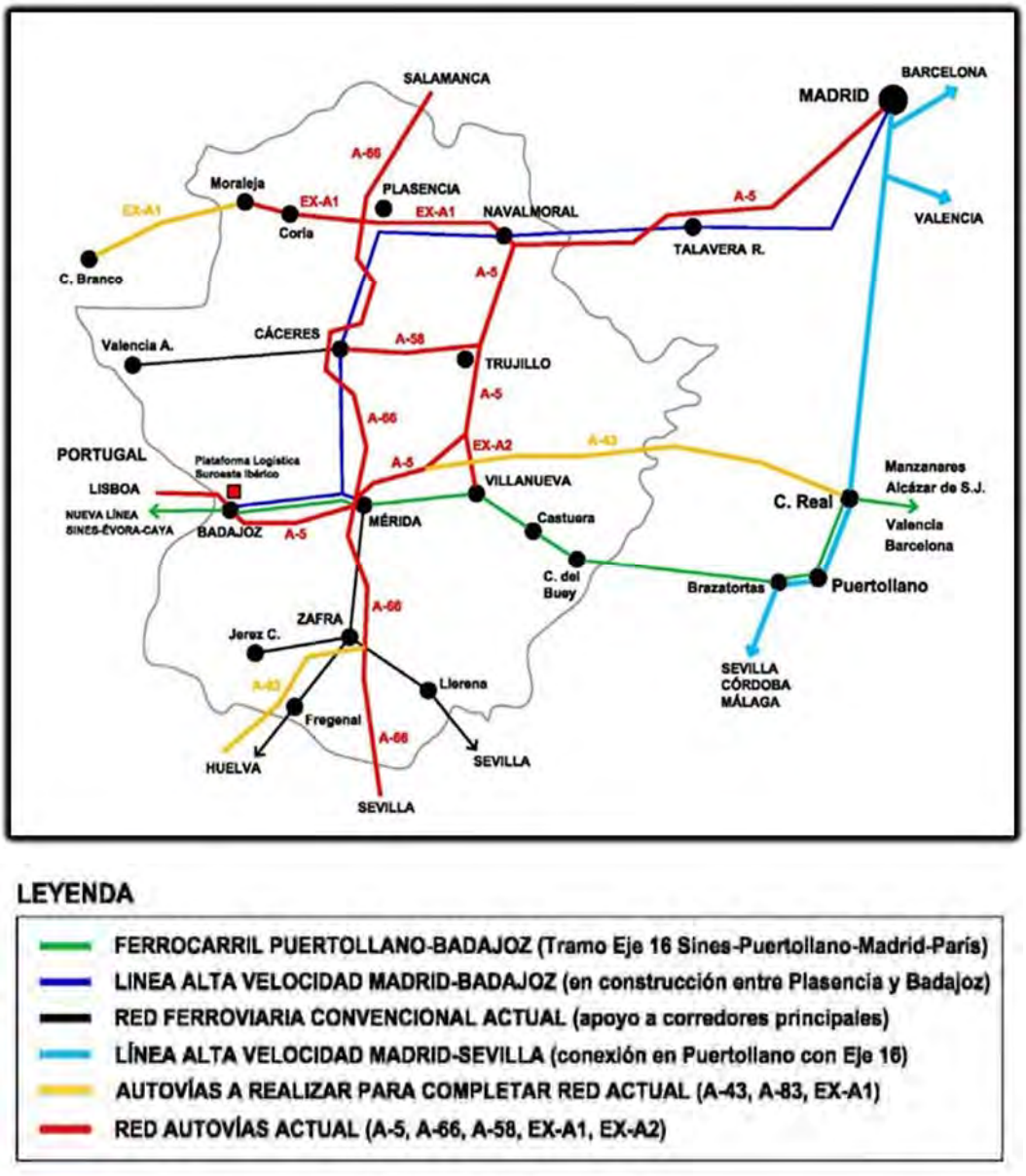
Todas estas actuaciones se enmarcan en el objetivo de responder y dar solución a las carencias que a nivel logístico y de transporte viene padeciendo la Comunidad Autónoma de Extremadura desde hace décadas, y dado que Extremadura es objetivo 1 para la UE, su puesta en marcha deberá ser también una prioridad para el Gobierno de la Nación.

Se trata en definitiva de impulsar y mejorar el transporte de mercancías en la región extremeña, corrigiendo deficiencias estructurales históricas, desarrollando nuevas infraestructuras logísticas y potenciando el uso, mejora, y ampliación de las existentes, a fin de sacarles el mayor rendimiento posible aumentando su eficiencia y sostenibilidad.

En el gráfico siguiente se representan las distintas propuestas de actuación en infraestructuras para la mejora de la logística del transporte en Extremadura. Los distintos colores se corresponden con:

1) **Verde**. Mejora y electrificación de la línea de ferrocarril convencional Puertollano-Badajoz
2) **Azul.** Aprovechamiento y uso de la plataforma de la nueva línea de Alta Velocidad Madrid-Badajoz.
3) **Rojo.** Ampliación de la red viaria. Nuevas autovías y prolongación de las existentes.

Gráfico 228. Propuestas de actuación para la mejora de la logística del transporte en Extremadura. Propuestas de actuación en infraestructuras



LEYENDA

- FERROCARRIL PUERTOLLANO-BADAJOZ (Tramo Eje 16 Sines-Puertollano-Madrid-París)
- LINEA ALTA VELOCIDAD MADRID-BADAJOZ (en construcción entre Plasencia y Badajoz)
- RED FERROVIARIA CONVENCIONAL ACTUAL (apoyo a corredores principales)
- LÍNEA ALTA VELOCIDAD MADRID-SEVILLA (conexión en Puertollano con Eje 16)
- AUTOVÍAS A REALIZAR PARA COMPLETAR RED ACTUAL (A-43, A-83, EX-A1)
- RED AUTOVÍAS ACTUAL (A-5, A-66, A-58, EX-A1, EX-A2)

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

3.3.- CENTRO LOGÍSTICO DE SAN LÁZARO (MÉRIDA)

A octubre de 2014, el **Centro Logístico "San Lázaro",** cuyas instalaciones están ubicadas en la terminal de Adif de Mérida, es la principal infraestructura intermodal de la Comunidad. Comenzó sus operaciones en febrero de 2014 y su objetivo es facilitar la salida de una tercera parte de las mercancías que exporta la región. Fue inaugurado por la Ministra de Fomento el pasado 3 de marzo de 2014.

Fotografía 295. Terminal de contendedores en la estación de San Lázaro (Mérida)

Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

La empresa **Desarrollo Logístico Extremeño S.L**. es la encargada de la explotación de la terminar ferroviaria emeritense para contratar trenes para operadores y navieras, así como para realizar todas las gestiones relacionadas con la exportación de productos de Extremadura. Lo que se conocerá como el Centro Logístico San Lázaro.

El Centro Logístico está ubicado en la terminal ferroviaria de Mérida, que por su ubicación estratégica facilita a las empresas de la región soluciones óptimas en materia de transporte de mercancías, a través del ferrocarril, estando encaminado a la exportación.

Así, va dirigido a cualquier industria que precise del transporte de sus productos, aunque para el estudio de viabilidad se han tenido en cuenta las principales de la región: aceite, aceituna, tomate y vino, cuatro sectores que suman unas exportaciones anuales totales en Extremadura de 575.590 toneladas.

Fotografía 296. Tren portacontenedores accediendo al centro logístico de San Lázaro de Mérida

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La empresa que lo gestiona, **Desarrollo Logístico Extremeño S.L**., tiene un capital social de 400.000 euros, de los que 140.000, el 35% del total, los aporta Avante, LB Cargo Con T Parque, 80.000 euros (20%), y el Puerto de Huelva, 60.000 (15%). El Clúster del Transporte destina 40.000 euros (10%), Acorex, 32.000 (8%), Caja Rural de Extremadura, 28.000 (7%), la Unión Extremeña de Cooperativas, 12.000 (3%) y el Ayuntamiento, 8.000 (2%).

Inicialmente se ofertaban dos trenes semanales (ida y vuelta) entre Mérida y Lisboa, de unos 400 m de longitud y entre 30 y 40 contenedores cada uno. Desde verano se tiene un nuevo servicio entre Mérida y Lisboa con una frecuencia semanal de ida y vuelta. Y las previsiones apuntan a que para el año 2016, una vez puesto en servicio el corredor mixto ferroviario de altas prestaciones Madrid-Badajoz, se iniciarán nuevas rutas a Algeciras y Valencia por Madrid.

Se llevan movidos un total de 3.600 contenedores desde que se puso en servicio la estación y llegarán a los 5.000 contenedores a final de año.

La "punta de lanza" para iniciar la actividad está siendo principalmente el tomate, pues Extremadura es una de las primeras productoras de Europa de tomate. La región cuenta con una producción de unas 400.000 toneladas que buscan un destino en el exterior, de la que el 80% se vende en Europa.

Se dispone también de un convenio con el puerto de Huelva para potenciar la línea Mérida-Huelva como puerto español más cercano con salidas de barcos hacia Centro Europa semanales.

En su conjunto, las exportaciones extremeñas supusieron en 2012 más de 1,5 millones de toneladas principalmente a Centro Europa, EEUU, China y América Latina por un importe de 1.500 millones de euros.

El Centro Logístico de Mérida aspira a mover una tercera parte de esas mercancías, lo que supondrá la reactivación del tráfico ferroviario mercante en la región, y redundará tanto en la economía local como regional, facilitando además la implantación de empresas con vocación exportadora, con la consiguiente creación de puestos de trabajo.

Fotografía 297. Contenedores normalizados de 20 pies (T.E.U) de Renfe Operadora en el Centro Logístico de San Lázaro. Mérida

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

3.4.- PLATAFORMA LOGÍSTICA DEL SUROESTE EUROPEO (BADAJOZ)

La Plataforma Logística del Suroeste Europeo será la plataforma logística más cercana a los puertos de Lisboa y Sines. Rodeada por la línea férrea de altas prestaciones que llega desde Sines y el futuro corredor de alta velocidad que se está construyendo desde Madrid, podrá atraer a decenas de empresas interesadas en el mercado ibérico y europeo.

Además, se beneficiará del impulso a la red ferroviaria entre la capital española y la portuguesa y de las mejoras en las conexiones con Extremadura por ferrocarril, carreteras y aeropuerto. Supondrá un eje de desarrollo entre Madrid, Lisboa y Sevilla.

El Gobierno de Extremadura (Gobex) también trabaja para que el Gobierno central declare a la plataforma zona franca, tal como sucede en la actualidad en Barcelona, Vigo y Cádiz. De esta forma, las empresas se beneficiarían de condiciones fiscales especiales para el comercio internacional.

3.4.1.- Descripción de la actuación

Los terrenos de la Plataforma Logística del Suroeste Europeo están situados al Norte de la ciudad de Badajoz, con los siguientes linderos:

– Noreste: Carretera BA-020 (Carretera de Badajoz a Campomaior) y terrenos de las etapas 2ª y 3ª del ámbito total PIR. (Proyecto de Interés Regional)

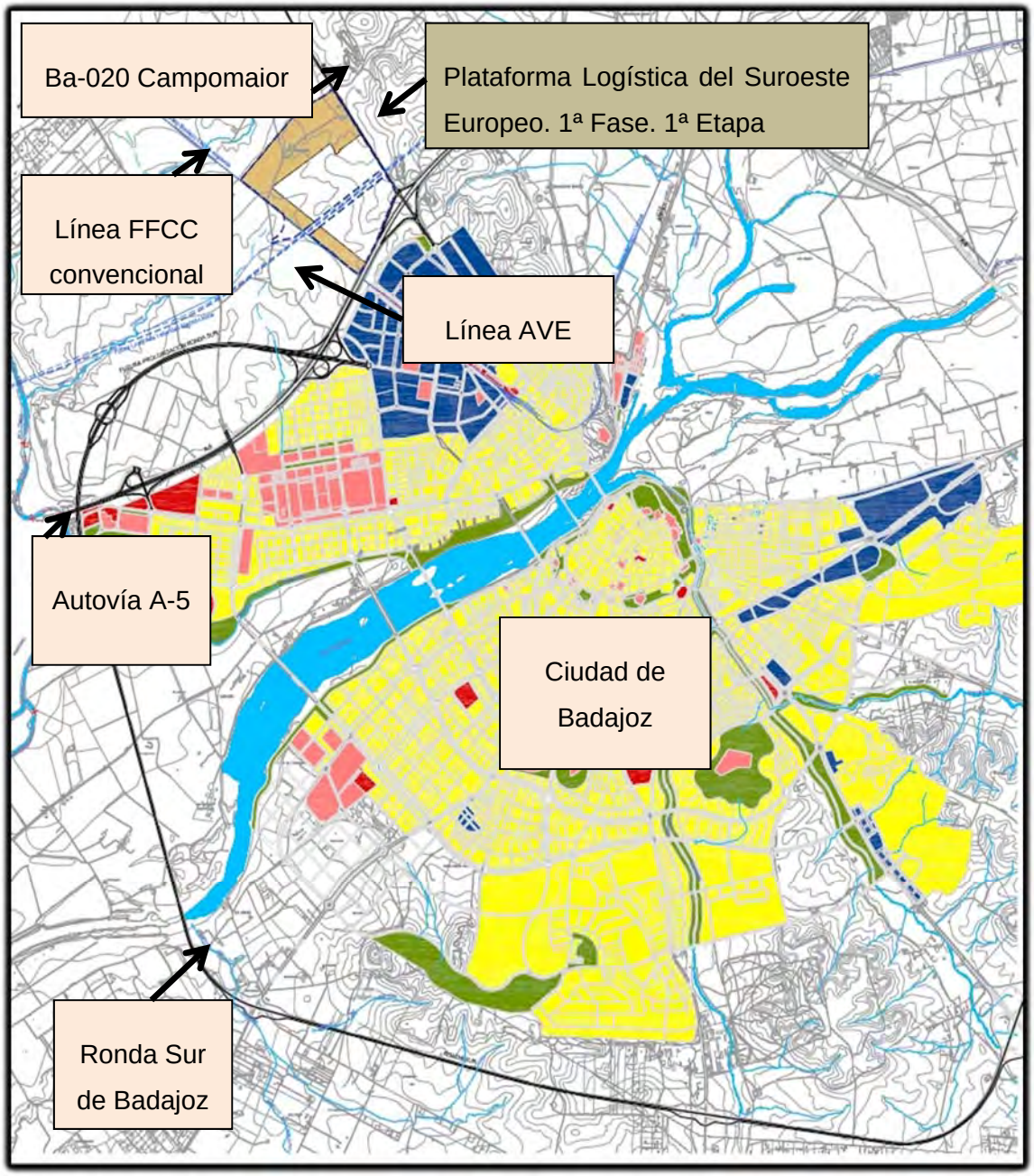
– Noroeste: estructura parcelaria existente.

– Sureste: terrenos de la 2ª etapa del ámbito total del PIR. y Autovía del Suroeste A-5 (Autovía Madrid-Badajoz).

– Suroeste: línea férrea convencional existente Madrid – Badajoz.

La superficie total de esta primera etapa comprende 60 hectáreas, localizadas al Norte y Oeste del PIR, divididas en dos partes separadas por una banda de terreno que incluye el trazado futuro previsto en el Estudio Informativo de la nueva línea de Alta Velocidad Madrid-Badajoz-Lisboa.

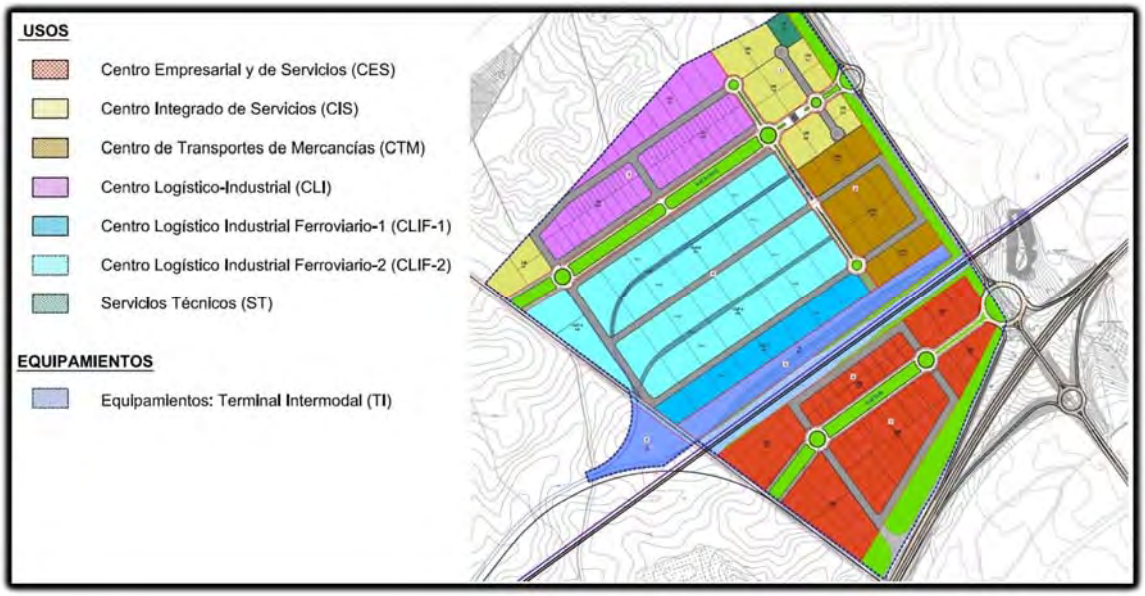
Gráfico 229, Plano de situación de la primera etapa del PIR. "Plataforma Logística del Suroeste Europeo, 1ª Fase en Badajoz"



Fuente: Juan Francisco Coloma a partir del plano de la Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

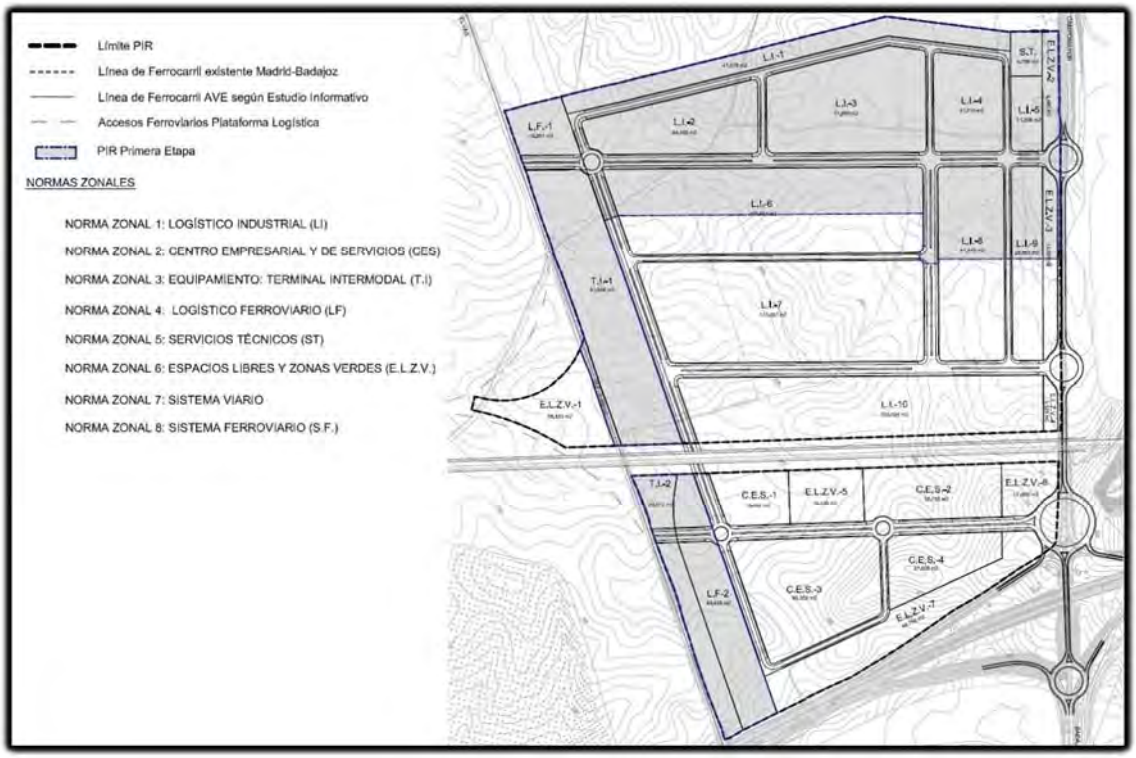
La Plataforma Logística contaba con un proyecto de urbanización de la 1ª Etapa del SEPES donde se llevaba a cabo la conexión ferroviaria a través de la vía del futuro ramal de alta velocidad extremeño. No se tenía en cuenta la existencia de la red ferroviaria convencional.

Gráfico 230. Zonificación de la 1ª Fase de la Plataforma Logística del Suroeste Europeo. Proyecto primitivo del SEPES



Fuente: SEPES. Ministerio de Fomento

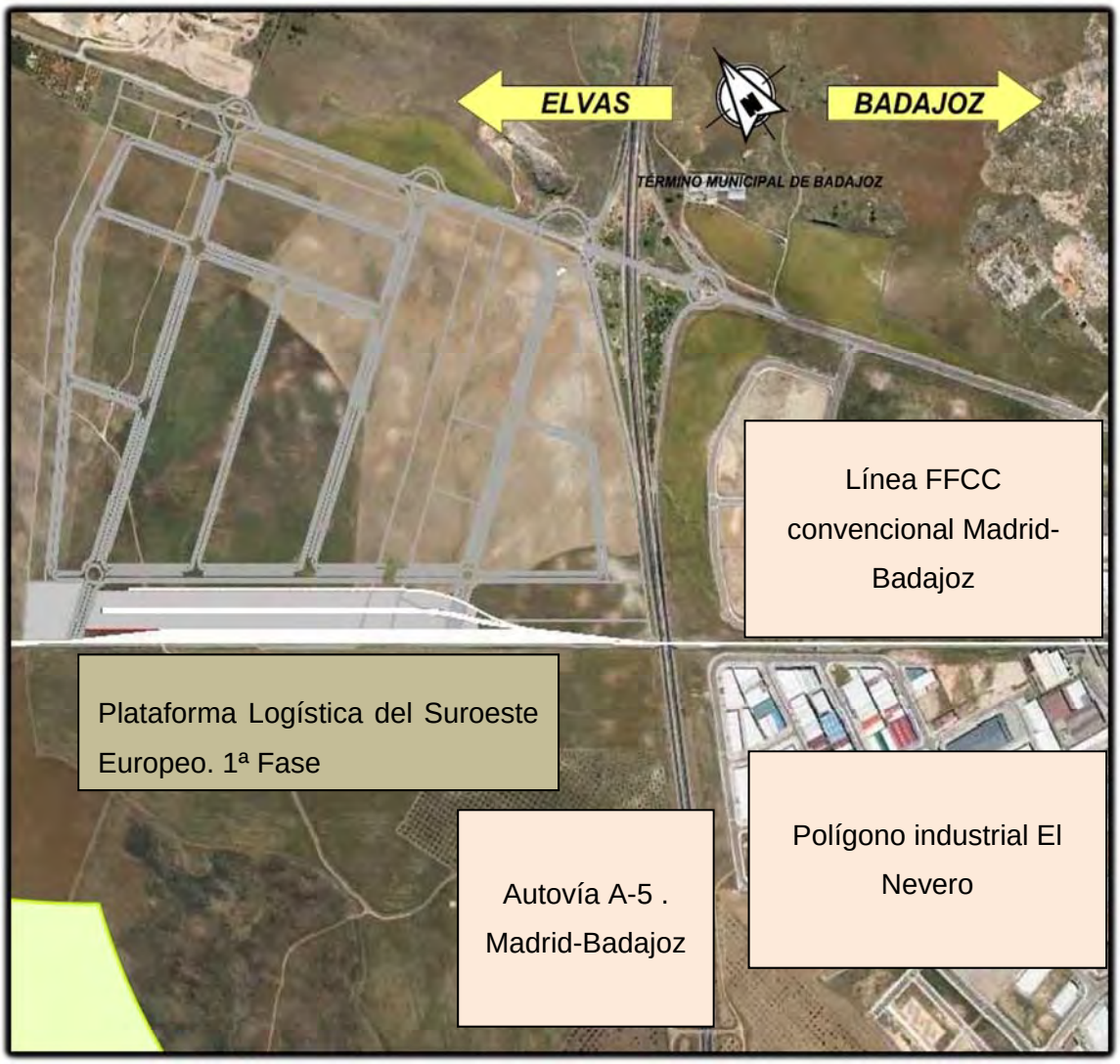
Gráfico 231. Zonificación de la fase 1 de la Plataforma Logística del Suroeste europeo. Sombreada la actuación correspondiente a la 1ª etapa



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

Este proyecto de urbanización tuvo por tanto, que ser modificado, habilitando en el futuro la conexión a la red de alta velocidad, pero conectando actualmente la actuación a la red ferroviaria convencional Madrid-Badajoz. El PIR también necesitó ser modificado por el cambio del promotor que pasaba de ser el SEPES, del Ministerio de Fomento del Gobierno Central, al Gobierno de Extremadura.

Ilustración 9. Implantación de la fase 1 de la Plataforma Logística del Suroeste Europeo



Fuente: Juan Francisco Coloma a partir del plano de la Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

La nueva Plataforma Logística de Badajoz nace tras la aprobación de su PIR por parte del Gobierno de Extremadura. Dispone de 512 hectáreas, pero de momento el Gobex se encargará de urbanizar 132 junto a la frontera de Caya. (1ª Fase).

Las obras de la primera etapa de la 1ª fase (adjudicadas en diciembre 2014) afectarán a 60 hectáreas de un total de 132 y tendrá un coste de 25 millones de euros a repartir entre los ejercicios 2014, 2015 y 2016, tal y como está recogido en los Presupuestos de la Comunidad Autónoma de Extremadura. Se destinan 750.000 euros a la infraestructura en 2014. En 2015 y 2016 habrá un gasto de 11,7 y 12,5 millones de euros, respectivamente.

3.4.2.- Conexiones ferroviarias

Actualmente, la línea férrea Ciudad Real – Badajoz – Frontera Portuguesa discurre atravesando los terrenos de la Plataforma Logística de ureste a noroeste mediante una vía única sin electrificar.

La nueva terminal ferroviaria se situará al norte de la línea férrea, y contará con una vía que discurrirá junto a la actual línea férrea hasta llegar a conectarse con la estación de Badajoz, de manera que se podrá acceder a dicha terminal sin ocupar la vía actual.

3.4.3.- Estudio funcional

Recientemente, la Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo del Gobierno de Extremadura ha desarrollado un **Estudio Funcional**[74] en el que se ha realizado un análisis funcional de la explotación ferroviaria y la evaluación de la capacidad de tratamiento de trenes que tendrá cada una de las plataformas logísticas proyectadas (Badajoz, Mérida y Navalmoral de la Mata) en la región. A continuación se incluye un resumen del contenido del referido estudio en lo que concierne a la terminal ferroviaria de Badajoz:

3.4.3.1.- Consideraciones funcionales en la nueva terminal

Entre los aspectos más relevantes a considerar en su morfología se encuentran los relativos al transporte ferroviario, como el número de vías, diferenciando las vías de recepción y expedición de trenes, las vías de carga/descarga y los ramales y mangos de maniobras. La longitud útil de las mismas determinará la longitud de los trenes que puedan ser tratados. Se ha de tener en consideración que, de acuerdo a la norma de Adif **N.A.V. 3- 8-2.0**, el valor de entrevía entre ejes de vías contiguas deberá ser de 4,50 metros mínimo para las vías de recepción/expedición y estacionamiento, y de 5,30 metros para las vías de carga y descarga.

Por otra parte, la terminal ferroviaria requerirá además de otras áreas funcionales para la transferencia de mercancías y la interacción con el tráfico rodado:

– una playa de carga, donde se efectuará el acopio de los contenedores antes del intercambio tren-camión;

– zonas de carga/descarga de contenedores, con la amplitud necesaria para realizar las maniobras de manipulación de éstos.

– viales de servicio para el tránsito de los camiones. Éstos deberán contar con una zona de rodadura dimensionada para el tráfico de camiones pesados, y con un tamaño y disposición adecuados a las maniobras que se deban realizar.

La playa de carga se proyectará sobre losas hormigonadas, las cuales deberán ser capaces de soportar las cargas a que se verán sometidas por el acopio de contenedores.

3.4.3.2.- Configuración propuesta

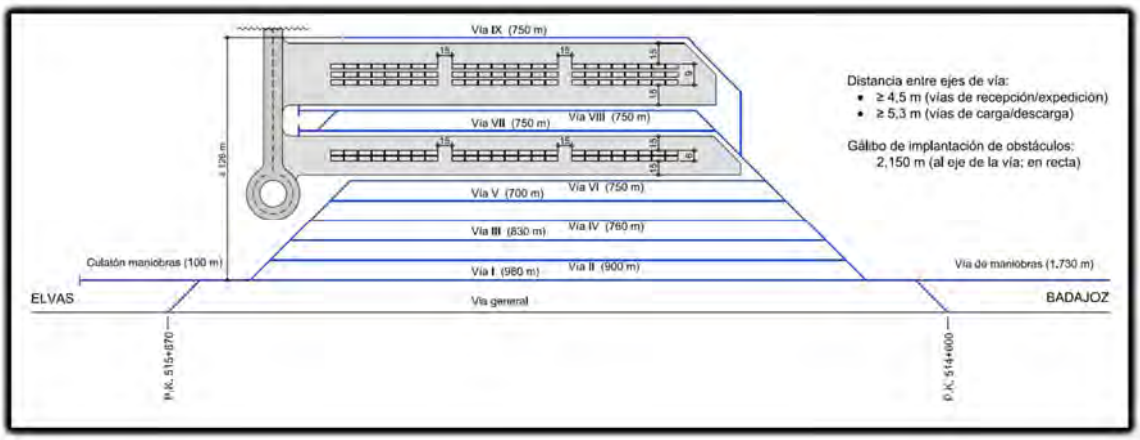
La disposición de la terminal ferroviaria contará con dos zonas de carga/descarga para la manipulación y acopio de los contenedores, una zona viaria para el acceso del tráfico rodado, así como de un total de 9 vías de ferrocarril.

La terminal de Badajoz será capaz de tratar trenes de longitud estándar interoperable, para lo cual la longitud útil de las vías será necesariamente de, al menos, 750 metros.

Será necesaria la instalación de un mango de maniobras, que permita realizar inversiones de marcha de locomotoras, y que se ubicará en la cabecera lado Portugal. Además se dispondrá de una nueva vía hasta la estación de Badajoz, la cual se utilizará para las maniobras de retroceso de los trenes. A continuación se muestra el esquema de la terminal ferroviaria de Badajoz:

[74] Análisis funcional de la operación ferroviaria de las plataformas logísticas de Extremdura. 2014

Gráfico 232. Esquema propuesto por el Estudio Funcional para la Terminal Ferroviaria de Badajoz



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

3.4.3.3.- Hipótesis de explotación

Los criterios para la definición de las hipótesis de explotación, que podrá corresponder con una aproximación al máximo de circulaciones posibles, son los siguientes:

Se ha establecido un tiempo estándar para las operaciones de recepción, descarga, carga, formación y expedición de trenes con plataformas portacontenedor en las terminales.

– Se fija un tiempo de 2 horas desde la recepción de un tren hasta su posicionamiento en una de las vías de carga.

– Para la operación propia de la descarga y carga de un tren se estiman diferentes tiempos según la longitud de la composición. Estos tiempos de ocupación de la vía de carga serán factores limitantes para la determinación del número máximo de trenes que puedan ser tratados en las terminales.

  - 4 horas para trenes de longitud inferiores a 750 m
  - 5 horas para los trenes de longitud estándar interoperable (750 m)

– Una vez el tren se encuentra cargado, se establece un periodo de 2 horas hasta su expedición, en el que se realizarán las maniobras necesarias y la espera hasta la hora de salida. El tiempo estimado total desde la recepción de un tren hasta su expedición es por tanto de 8 o 9 horas (función de la longitud).

– Las operaciones de carga y descarga se efectuarán en la terminal ferroviaria dentro de un periodo horario constituido por dos turnos de trabajo de 8 horas de duración cada uno, siendo el horario de servicio de 7.00 a 23.00 de lunes a viernes. Fuera de este horario, los trenes podrán ser maniobrados bajo régimen interno del operador ferroviario.

– Para la elaboración de los esquemas de explotación ferroviaria en cada una de las plataformas logísticas se han distribuido los tráficos equitativamente en ambos sentidos. Esta opción es la más desfavorable para la terminal, ya que es la que ofrece una menor disponibilidad de tiempo para la realización de llegadas/salidas sucesivas de composiciones, al contar las líneas en las que se sitúan las plataformas logísticas con vía única.

– El estacionamiento de un tren en la vía de carga no permitirá en ningún caso que la locomotora quede encerrada en la topera.

– Los movimientos de las composiciones se harán con las locomotoras propias de las empresas ferroviarias, al considerar que las terminales no disponen de tractores de maniobras.

– Los medios disponibles para efectuar el transbordo de mercancías tren-camión serán proporcionales al número de vías de carga de que dispongan las terminales, de modo que puedan posibilitar la carga y descarga de varios trenes simultáneamente.

Para la composición de los trenes, se puede estimar un número máximo de vagones remolcados en función de la longitud de la composición, determinando por tanto los contenedores transportados:

- Trenes de 750 m: ≈ 48 vagones → 48 contenedores de 40 pies / 96 cont. de 20 pies
- Trenes de 600 m: ≈ 38 vagones → 38 contenedores de 40 pies / 76 cont. de 20 pies
- Trenes de 550 m: ≈ 34 vagones → 34 contenedores de 40 pies / 68 cont. de 20 pies
- Trenes de 450 m: ≈ 28 vagones → 28 contenedores de 40 pies / 56 cont. de 20 pies

Los tiempos de carga y descarga serán diferentes, entre otros factores, según la longitud de los trenes a transbordar, como ya se ha mencionado. Esta longitud estará limitada por la longitud útil de las vías de carga de la terminal ferroviaria. De este modo, se considera, por tanto, que la terminal de Badajoz podrá gestionar trenes de longitud estándar interoperable.

Tomando los tiempos de ocupación establecidos anteriormente de una vía de carga, 5 horas para trenes de 750 m y 4 horas para los de longitud inferior, se puede determinar el tiempo de manipulación necesario para cada contenedor:

- Trenes de 750 m: 5 horas / 48 contenedores de 40 pies ≈ 7 minutos por contenedor para su manipulación.
- Trenes de hasta 550 m: 4 horas / 34 contenedores de 40 pies ≈ 7 minutos por contenedor para su manipulación.

Los tiempos obtenidos contemplan para cada vía la descarga de un vagón y la carga en el mismo de otro contenedor. Por tanto, para realizar la operación se considera necesario disponer de dos medios mecánicos de manipulación por vía.

Los medios para la manipulación de las unidades de transporte se realizarán en la terminal mediante carretillas elevadoras o apiladoras telescópicas tipo reach stacker. La instalación de grúas pórtico no se considera necesario, teniendo en cuenta las dimensiones de la plataforma logística. Además, para este tipo de instalaciones, ofrecen menor versatilidad y un coste más elevado.

A continuación se procede a determinar **la capacidad máxima teórica de la terminal** en base a los condicionantes anteriormente expuestos.

Se estipula que el ciclo de ocupación de una vía de carga, es decir, desde que un tren la ocupa hasta que otro tren la vuelve a ocupar, debería ser el tiempo de carga y descarga más el tiempo de maniobras necesario para sacar el tren cargado de la vía y posicionar el siguiente. De modo teórico se establece que el tiempo mínimo para dichas maniobras es de una hora.

Por tanto, por cada vía de carga, y considerando el periodo que se ha establecido para la manipulación de contenedores, de 16 horas de trabajo al día, se tiene:

- Trenes de 750 m: 16 horas / 6 horas por tren ≈ 2,7 trenes al día por cada vía de carga.
- Trenes de hasta 550 m: 16 horas / 5 horas por tren ≈ 3,2 trenes al día por cada vía de carga.

Estos datos reflejan el valor máximo de trabajo de una vía de carga. Teniendo en cuenta el número de vías de carga y la longitud útil se obtiene:

4 vías x 2,7 trenes diarios por vía = 10,8 trenes diarios tratados en la terminal (Badajoz tendría 4 vías de carga con longitud útil de 750 m)

Por tanto, el valor máximo teórico calculado, referentes al **número de trenes** que podrían ser tratados en la terminal al día, de acuerdo a los criterios adoptados y considerando que un tren transbordado se corresponde con un tren de llegada y uno de salida, **serán de 10 para Badajoz.**

Estas cifras se mencionan a título indicativo pero no deben considerarse como representativas de la realidad, sino como un indicador del máximo admisible.

3.4.3.4.- Secuencia de la explotación y análisis de la capacidad

Tras la elaboración de la secuencia de explotación de la terminal de Badajoz, teniendo en cuenta las hipótesis descritas anteriormente, se ha estimado que la terminal puede llegar a transbordar un máximo de 10 trenes diarios de hasta 750 m, si bien a lo largo de un día se podrán registrar en ella un número de circulaciones mayor, como consecuencia de trenes que sean cargados el día anterior y únicamente efectúen la salida desde una vía de estacionamiento, o trenes que lleguen a la terminal pero no sea hasta el día siguiente cuando comiencen a ser tratados.

Se ha considerado una explotación fluida (alta utilización) de la terminal, que representa una aproximación a la capacidad máxima de la terminal. La cifra de 10 trenes diarios tratados se acerca al valor máximo teórico de 10,8 trenes que podría tratar la terminal al día y que se había calculado de forma teórica anteriormente.

El número de contenedores diarios transbordados dependerá de la longitud de los trenes y de si los vagones transportan un único contenedor o más.

Considerando trenes de 750 m con vagones plataforma que transporten un único contenedor y que cada tren que llega viene cargado, se descarga y se vuelve a cargar, y estableciendo que el periodo de manipulación de contenedores, de 16 horas de trabajo al día, es de lunes a viernes (lo que representa un total de 247 días hábiles por año tomando el calendario laboral de Badajoz), se puede estimar un máximo teórico anual de contenedores transbordados:

- 10 trenes día x 247 días año = 2.470 trenes tratados al año
- 2.470 trenes anuales x (48 contenedores descargados + 48 cargados por tren)
- 237.120 contendores movidos al año (cargados y descargados)

Evidentemente, esta es una cifra muy elevada, tratándose de una estimación teórica máxima de acuerdo a una serie de supuestos de partida, y solamente ha de ser considerada con objeto de evaluar el dimensionamiento de la terminal.

3.4.3.5.- Conclusiones del análisis funcional

Según las hipótesis descritas, con una terminal conformada por 5 vías de expedición/recepción y 4 vías de carga/descarga con longitudes útiles de 750 m, se podrían operar 10 trenes al día, lo que supondría un volumen de contenedores movidos anualmente superior a las 200.000 unidades, lo cual supone una cifra muy elevada.

3.4.4.- Descripción de la solución propuesta a la conexión ferroviaria

La terminal ferroviaria se unirá a la actual vía general mediante dos escapes ubicados, aproximadamente, en los PK 513+433 (una vez rebasado el P.S. de la Avenida Joaquín Valverde) y 515+878. Además, desde la propia terminal, saldrá una vía adicional de maniobras que discurrirá en paralelo con la vía general hasta conectar con la vía mango 1 de la Estación de Badajoz.

La terminal ferroviaria estará compuesta por un paquete de 9 vías, de las cuales 5 se emplearán para recepción y expedición de trenes (vías 1 a 5), usándose las 4 restantes como vías de carga y descarga (vías 6 a 9).

Para el control de las operaciones ferroviarias de la plataforma ferroviaria definida con la línea Ciudad Real – Badajoz – Frontera Portuguesa, será necesaria la modificación del **ENCE (Enclavamiento electrónico)** de Badajoz existente y en la instalación de un nuevo Controlador de Objetos en la nueva terminal ferroviaria de Badajoz, dependiente del ENCE de Badajoz, para la operación ferroviaria de la nueva terminal, en ancho ibérico.

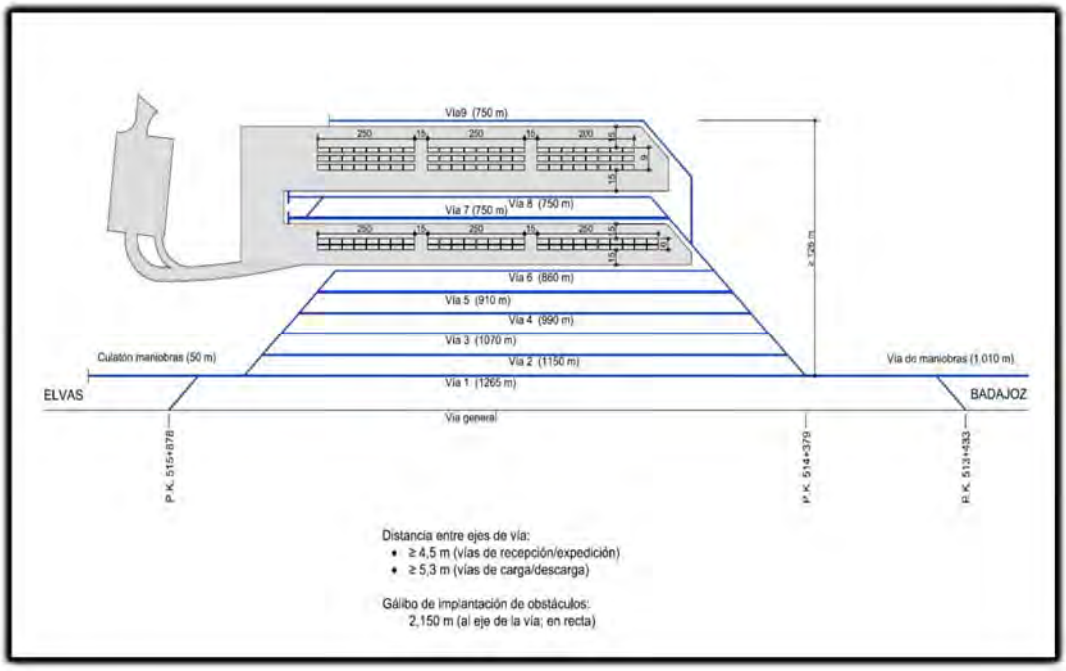
Entre las vías 6 y 7, y entre las vías 8 y 9, todas ellas de carga y descarga, se dispondrán dos zonas pavimentadas de 36 y 39 m de anchura, respectivamente, que servirán como zonas de almacenamiento y manipulación de las mercancías.

Dentro de estas zonas, se reservará una franja destinada al apilamiento de contenedores, hasta una altura máxima de dos contenedores, la cual irá apoyada sobre una losa de hormigón debidamente dimensionada para soportar estas cargas.

Además se definirá una zona de viales, que permitan establecer la conexión de los recintos ferroviarios con la red viaria exterior, así como una zona para el estacionamiento de vehículos pesados. Estas zonas contarán con las características propias de un recinto industrial, primando los criterios de maniobrabilidad y resistencia al tráfico pesado. Será necesaria también una red de drenaje para la evacuación de aguas tanto del haz ferroviario como de la zona de carga y descarga.

Existe, por último, una serie de elementos o instalaciones complementarias tales como protección contra incendios, iluminación, instalaciones de control de accesos, cerramientos, etc, que deberán ser definidos posteriormente.

Gráfico 233. Esquema propuesto para la Terminal Ferroviaria de Badajoz



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

3.4.4.1.- Valoración de las conexiones ferroviarias

La Base Licitación con IVA de la conexión ferroviaria asciende a la cantidad de 14.037.778,49 €. La ejecución de la actuación total se divide en dos fases. La primera fase tiene una Base Licitación con IVA que asciende a la cantidad de 8.241.160,92 €. La fase 2 recoge las obras restantes.

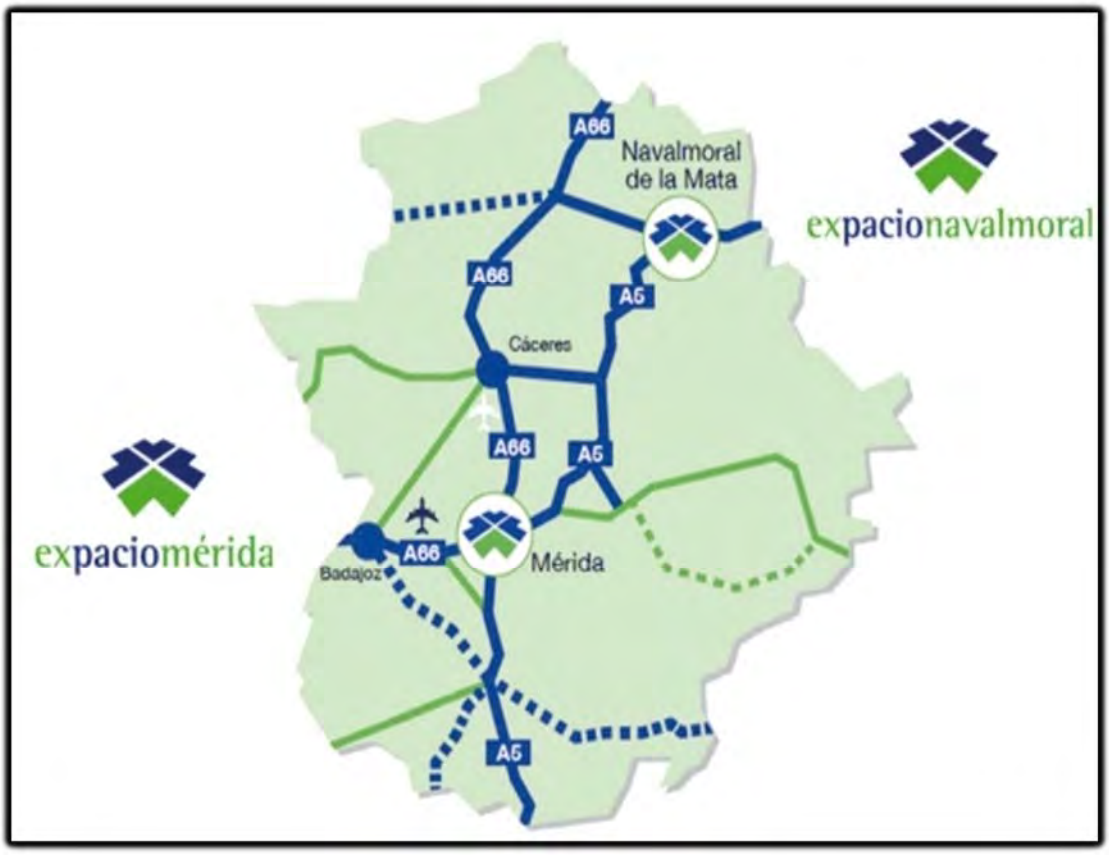
3.5.- EXPACIOMÉRIDA

Expacio es un concepto de suelo industrial con infraestructuras y servicios de primer orden que da respuesta a las necesidades de grandes proyectos industriales, logísticos y empresariales, que permitan acelerar la implantación de sus empresas y se integren en un entorno de innovación permanente y excelencia.

Actualmente Expacio desarrolla dos proyectos, **Expacionavalmoral y Expaciomérida** que suponen un total de 543 Ha. de suelo industrial.

Expaciomérida cuenta con 63 hectáreas de suelo industrial en una primera fase, inaugurada en febrero de 2013, de un total de 207 que tendrá el proyecto una vez concluido.

Gráfico 234. Ubicación de expacionavalmoral y expaciomérida



Fuente: Expacio. Gobierno de Extremadura

3.5.1.- Potencialidades

– Situación en el centro del triángulo económico Madrid-Sevilla-Lisboa.

– Conexión directa con 2 autovías y Tren de Alta Velocidad AVE.

Gráfico 235. Planta del Expaciomérida

Fuente: Expacio. Gobierno de Extremadura

– Proximidad a Aeropuerto y Puertos Atlánticos.

– Cuenta con un diseño planificado que integra en un solo lugar actividades productivas, logísticas, de servicios y recreativas.

– Dispone de la última tecnología en comunicaciones e infraestructuras propias.

– Cuenta con extensas superficies planas de terreno para el desarrollo de actividades productivas y disponibilidad de suelo para ampliaciones.

– Apoyo, asesoramiento y acompañamiento continuo de la Unidad Gestora, tanto en la implantación y como en el desarrollo de la actividad.

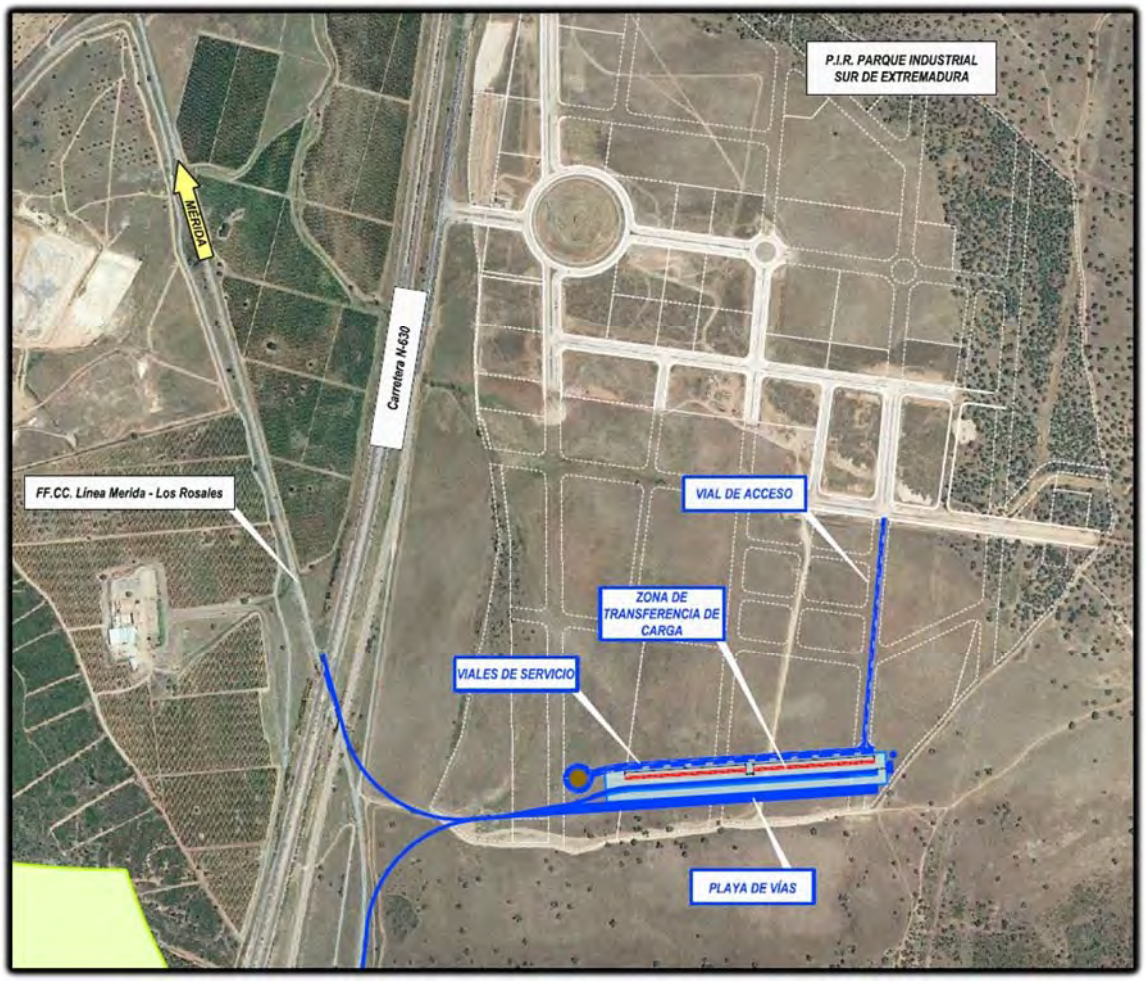
– Entorno Sostenible y Red de Innovación.

– Acceso a Mano de Obra profesional y calificada.

– Mantenimiento del parque a cargo de la Unidad Gestora del parque.

– Óptima imagen corporativa para la empresa.

Ilustración 10. Esquema de la conexión ferroviaria de Expaciomérida



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

3.5.2.- Conexiones ferroviarias

La terminal ferroviaria de Mérida se ubicará al sur del término municipal de Mérida, y muy próximo al límite del Término Municipal de Torremejía, y facilitará la conexión ferroviaria a la plataforma logística denominada "**Expaciomérida**".

Actualmente, la línea férrea Mérida – Los Rosales discurre de norte a sur bordeando los terrenos reservados para la plataforma ferroviaria por su lado más occidental mediante una vía única sin electrificar.

La nueva terminal ferroviaria se situará, por tanto, al este de la línea férrea, y contará con dos ramales de enlace con la vía general, uno para incorporarse a la misma en sentido Mérida, y otro para incorporarse en sentido Los Rosales (Zafra). El haz de vías, tanto de carga y descarga como de recepción y expedición, se dispondrá en fondo de saco, y en perpendicular a la vía general.

La terminal ferroviaria se sitúa, aproximadamente, a unos 13 km de la Estación de Mérida, y a 16,5 km de la Estación de Almendralejo.

3.5.3.- Estudio funcional

Recientemente, la Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo del Gobierno de Extremadura ha desarrollado un **Estudio Funcional**[75] en el que se ha realizado un análisis funcional de la explotación ferroviaria y la evaluación de la capacidad de tratamiento de trenes que tendrá cada una de las plataformas logísticas proyectadas (Badajoz, Mérida y Navalmoral de la Mata) en la región.

A continuación se incluye un resumen del contenido del referido estudio en lo que concierne a la terminal ferroviaria de Mérida:

3.5.3.1.- Consideraciones funcionales en la nueva terminal

Entre los aspectos más relevantes a considerar en su morfología se encuentran los relativos al transporte ferroviario, como el número de vías, diferenciando las vías de recepción y expedición de trenes, las vías de carga/descarga y los ramales y mangos de maniobras. La longitud útil de las mismas determinará la longitud de los trenes que puedan ser tratados.

Se ha de tener en consideración que, de acuerdo a la norma de Adif **N.A.V. 3- 8-2.0**, el valor de entrevía entre ejes de vías contiguas deberá ser de 4,50 metros mínimo para las vías de recepción/expedición y estacionamiento, y de 5,30 metros para las vías de carga y descarga.

Por otra parte, la terminal ferroviaria requerirá además de otras áreas funcionales para la transferencia de mercancías y la interacción con el tráfico rodado:

– una playa de carga, donde se efectuará el acopio de los contenedores antes del intercambio tren-camión;

– zonas de carga/descarga de contenedores, con la amplitud necesaria para realizar las maniobras de manipulación de éstos.

– viales de servicio para el tránsito de los camiones. Éstos deberán contar con una zona de rodadura dimensionada para el tráfico de camiones pesados, y con un tamaño y disposición adecuados a las maniobras que se deban realizar.

La playa de carga se proyectará sobre losas hormigonadas, las cuales deberán ser capaces de soportar las cargas a que se verán sometidas por el acopio de contenedores.

3.5.3.2.- Configuración propuesta

La distribución propuesta de las zonas funcionales contempla dos zonas de carga/descarga para la manipulación de los contenedores que darían servicio a las vías de carga, pero tan solo una única zona para el acopio de contenedores, estando esta próxima a los viales por donde los camiones accederán y efectuarán las operaciones de carga y descarga de contenedores. El número de vías que dispondrá la terminal será de 6.

Los viales de la terminal a los que se acaba de hacer referencia se proyectan sobre el norte del haz de vías de la terminal ferroviaria, de modo que sean accesibles a los camiones desde la plataforma logística y de forma que su circulación no resulte intrusiva para el desarrollo de la operativa ferroviaria. La zona viaria posibilitará por tanto el acceso y la maniobrabilidad del tráfico rodado mediante dos carriles, uno por sentido, y una glorieta para el retorno, y contará con un tercer carril destinado al estacionamiento del camión para efectuar la carga/descarga del contenedor.

[75] Análisis funcional de la operación ferroviaria de las plataformas logísticas de Extremdura. 2014

En cuanto al haz de vías, la terminal contará con 6 vías en fondo de saco:

- Vías de recepción/ expedición: vías 1 a 3
- Vías de carga/descarga: vías 4 a 6

Las vías 4 y 5 tendrán acceso a la zona de carga que no tiene playa de acopio de contenedores, y la vía 6 se operará desde la otra zona de carga.

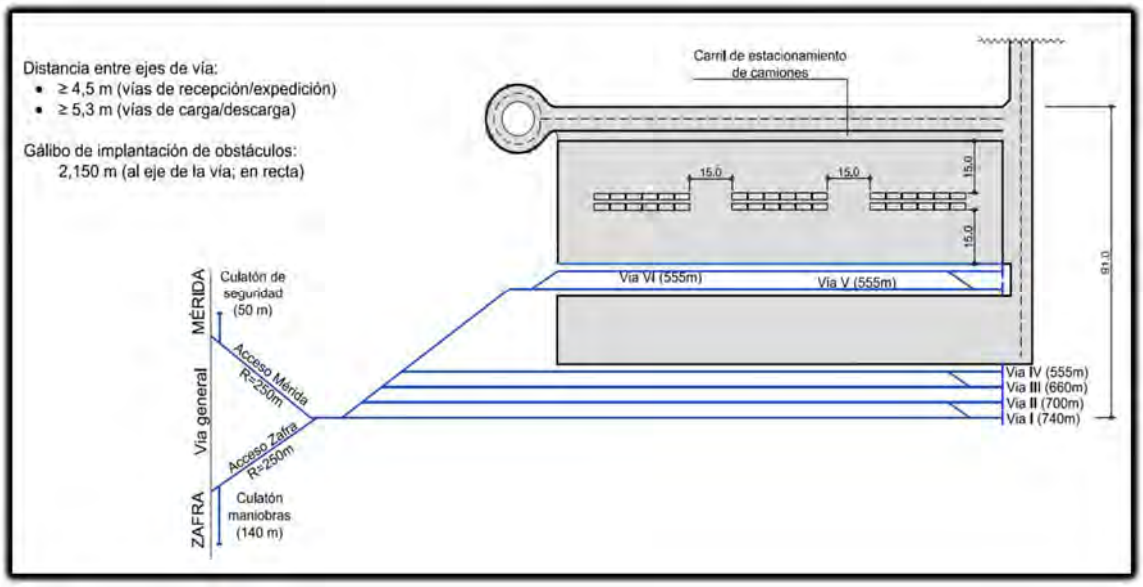
Se dispondrán escapes para la liberación de locomotoras entre las vías 1 y 2, 3 y 4, y entre las vías 5 y 6, permitiendo la maniobra de dos locomotoras acopladas.

La longitud máxima de los trenes que podrán ser operados es de 550m, ya que la longitud útil de las vías de carga es de 555 m. Se ha de considerar que de ser utilizada hasta el piquete de entrevías, limitaría la longitud de la zona de carga/descarga, dificultando la operativa del transbordo de mercancías.

Se disponen dos mangos de maniobras, uno de 50 metros para locomotoras, y otro de longitud tal que sumada a la del ramal de acceso sur alcancen la longitud útil de la mayor de las vías de carga de la terminal.

A continuación se muestra el esquema de la terminal ferroviaria de Mérida:

Gráfico 236. Propuesta de Terminal Ferroviaria de la Plataforma Logística Expaciomérida del Estudio Funcional



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

3.5.3.3.- Hipótesis de explotación

Los criterios para la definición de las hipótesis de explotación, que podrá corresponder con una aproximación al máximo de circulaciones posibles, son los siguientes:

– Se ha establecido un tiempo estándar para las operaciones de recepción, descarga, carga, formación y expedición de trenes con plataformas portacontenedor en las terminales.

  - Se fija un tiempo de 2 horas desde la recepción de un tren hasta su posicionamiento en una de las vías de carga.

– Para la operación propia de la descarga y carga de un tren se estiman diferentes tiempos según la longitud de la composición. Estos tiempos de ocupación de la vía de carga serán factores limitantes para la determinación del número máximo de trenes que puedan ser tratados en las terminales.

- 4 horas para trenes de longitud inferiores a 750 m

– Una vez el tren se encuentra cargado, se establece un periodo de 2 horas hasta su expedición, en el que se realizarán las maniobras necesarias y la espera hasta la hora de salida. El tiempo estimado total desde la recepción de un tren hasta su expedición es por tanto de 8 horas.

– Las operaciones de carga y descarga se efectuarán en la terminal ferroviaria dentro de un periodo horario constituido por dos turnos de trabajo de 8 horas de duración cada uno, siendo el horario de servicio de 7.00 a 23.00 de lunes a viernes. Fuera de este horario, los trenes podrán ser maniobrados bajo régimen interno del operador ferroviario.

– Para la elaboración de los esquemas de explotación ferroviaria en cada una de las plataformas logísticas se han distribuido los tráficos equitativamente en ambos sentidos. Esta opción es la más desfavorable para la terminal, ya que es la que ofrece una menor disponibilidad de tiempo para la realización de llegadas/salidas sucesivas de composiciones, al contar las líneas en las que se sitúan las plataformas logísticas con vía única.

– El estacionamiento de un tren en la vía de carga no permitirá en ningún caso que la locomotora quede encerrada en la topera.

– Los movimientos de las composiciones se harán con las locomotoras propias de las empresas ferroviarias, al considerar que las terminales no disponen de tractores de maniobras.

– Los medios disponibles para efectuar el transbordo de mercancías tren-camión serán proporcionales al número de vías de carga de que dispongan las terminales, de modo que puedan posibilitar la carga y descarga de varios trenes simultáneamente.

Para la composición de los trenes, se puede estimar un número máximo de vagones remolcados en función de la longitud de la composición, determinando por tanto los contenedores transportados:

- Trenes de 550 m: ≈ 34 vagones →34 contenedores de 40 pies / 68 cont. de 20 pies
- Trenes de 450 m: ≈ 28 vagones → 28 contenedores de 40 pies / 56 cont. de 20 pies

Los tiempos de carga y descarga serán diferentes, entre otros factores, según la longitud de los trenes a transbordar, como ya se ha mencionado. Esta longitud estará limitada por la longitud útil de las vías de carga de la terminal ferroviaria. De este modo, se considera, por tanto, que la terminal de Mérida podrá gestionar trenes de hasta 550 m como ya se ha indicado.

Tomando los tiempos de ocupación establecidos anteriormente de una vía de carga, y 4 horas para trenes de 550 m, se puede determinar el tiempo de manipulación necesario para cada contenedor:

- Trenes de hasta 550 m: 4 horas / 34 contenedores de 40 pies ≈ 7 minutos por contenedor para su manipulación

Los tiempos obtenidos contemplan para cada vía la descarga de un vagón y la carga en el mismo de otro contenedor. Por tanto, para realizar la operación se considera necesario disponer de dos medios mecánicos de manipulación por vía.

Los medios para la manipulación de las unidades de transporte se realizarán en la terminal mediante carretillas elevadoras o apiladoras telescópicas tipo reachstacker. La instalación de grúas pórtico no se considera necesario, teniendo en cuenta las dimensiones de la plataforma logística. Además, para este tipo de instalaciones, ofrecen menor versatilidad y un coste más elevado.

A continuación se procede a determinar la **capacidad máxima teórica de la terminal** en base a los condicionantes anteriormente expuestos.

Se estipula que el ciclo de ocupación de una vía de carga, es decir, desde que un tren la ocupa hasta que otro tren la vuelve a ocupar, debería ser el tiempo de carga y descarga más el tiempo de maniobras necesario para sacar el tren cargado de la vía y posicionar el siguiente. De modo teórico se establece que el tiempo mínimo para dichas maniobras es de una hora.

Por tanto, por cada vía de carga, y considerando el periodo que se ha establecido para la manipulación de contenedores, de 16 horas de trabajo al día, se tiene:

- Trenes de hasta 550 m: 16 horas / 5 horas por tren ≈ 3,2 trenes al día por cada vía de carga

Estos datos reflejan el valor máximo de trabajo de una vía de carga.

Teniendo en cuenta el número de vías de carga y la longitud útil se obtiene:

3 vías x 3,2 trenes diarios por vía = 9,6 trenes diarios tratados en la terminal (Mérida tendría 3 vías de carga con longitud útil de 550 m)

Por tanto, el valor máximo teórico calculado, referentes al **número de trenes** que podrían ser tratados en la terminal al día, de acuerdo a los criterios adoptados y considerando que un tren transbordado se corresponde con un tren de llegada y uno de salida, **serán de 9 para Mérida.**

Estas cifras se mencionan a título indicativo pero no deben considerarse como representativas de la realidad, sino como un indicador del máximo admisible.

3.5.3.4.- Secuencia de la explotación y análisis de la capacidad

Tras la elaboración de la secuencia de explotación de la terminal de Mérida, teniendo en cuenta las hipótesis descritas anteriormente, se ha estimado que la terminal puede llegar a transbordar un máximo de 7 trenes diarios de hasta 550 m, si bien a lo largo de un día se podrán registrar en ella un número de circulaciones mayor, como consecuencia de trenes que sean cargados el día anterior y únicamente efectúen la salida desde una vía de estacionamiento, o trenes que lleguen a la terminal pero no sea hasta el día siguiente cuando comiencen a ser tratados.

Según la estimación teórica, el número máximo de trenes que la terminal de Mérida podría llegar a tratar diariamente era de 9,6 trenes, superior al que se obtiene de la secuencia de explotación propuesta, si bien considerando ésta como una operación muy regular y cadenciada, con todos los trenes cargados y descargados dentro del periodo de 16 horas de gestión de la instalación.

El número de contenedores diarios transbordados dependerá de la longitud de los trenes y de si los vagones transportan un único contenedor o más.

Considerando trenes de 550 m con vagones plataforma que transporten un único contenedor y que cada tren que llega viene cargado, se descarga y se vuelve a cargar, y estableciendo que el periodo de manipulación de contenedores, de 16 horas de trabajo al día, es de lunes a viernes (lo que representa un total de 247 días hábiles por año tomando el calendario laboral de Mérida), se puede estimar un máximo teórico anual de contenedores transbordados:

- 7 trenes día x 247 días año = 1.729 trenes tratados al año
- 1.729 trenes anuales x (34 contenedores descargados + 34 cargados por tren)
- 117.572 contendores movidos al año (cargados y descargados)

Evidentemente, esta es una cifra muy elevada, tratándose de una estimación teórica máxima de acuerdo a una serie de supuestos de partida, y solamente ha de ser considerada con objeto de evaluar el dimensionamiento de la terminal.

3.5.3.5.- Conclusiones del análisis funcional

Según las hipótesis descritas, con una terminal conformada por 3 vías de expedición/recepción y 3 vías de carga/descarga con longitudes útiles de 550 m, se podrían operar 7 trenes al día, lo que supondría un volumen de contenedores movidos anualmente superior a las 115.000 unidades, lo cual supone una cifra muy elevada.

3.5.4.- Descripción de la solución propuesta a la conexión ferroviaria

La solución propuesta define la implantación de una terminal ferroviaria con acceso a la línea Mérida – Los Rosales, situada a la altura de su PK 13+500, aproximadamente, entre las estaciones de Calamonte y Almendralejo.

Para la definición de la misma se han tenido en cuenta las conclusiones del análisis funcional de la explotación ferroviaria, pero además se han considerado otros factores como la ubicación de la terminal, los condicionantes de espacio propiciados por el planeamiento, así como otros condicionantes derivados de la distribución de las diversas instalaciones existentes en la terminal ferroviaria. Por todo lo anterior, la solución propuesta se describe de la siguiente manera:

La terminal ferroviaria se unirá a la actual vía general mediante dos escapes ubicados, aproximadamente, en los PK 13+150 y 14+100. La terminal ferroviaria estará compuesta por un paquete de 6 vías, de las cuales 3 se emplearán para recepción y expedición de trenes (vías 1 a 3), usándose las 3 restantes como vías de carga y descarga (vías 4 a 6).

Para el control de las operaciones ferroviarias de la plataforma ferroviaria definida con la línea Mérida – Los Rosales, será necesaria la instalación de un nuevo **ENCE (enclavamiento electrónico)**, y en la modificación de los bloqueos de los enclavamientos colaterales (Calamonte y Almendralejo) para la intercomunicación entre ellos.

Se definen dos zonas, denominadas de transferencia de cargas, en las que se procederá a la carga y/o descarga de los trenes, y manipulación de contenedores. La primera de ellas, que se sitúa entre las vías 4 y 5, de carga y descarga, dispondrá de una zona pavimentada de 20 m de anchura, en la que se podrán manipular los contenedores pero no servirá para su acopio. La segunda, dará servicio a la vía 6, y servirá de zona de carga y descarga de contenedores y de acopio de los mismos. Esta zona tendrá una anchura de unos 36 metros, de manera que la zona de acopio ocupe un ancho de 6 metros, suficiente para la colocación de dos filas de contenedores de 40 pies, y a los lados queden dos franjas de 15 m cada una para la manipulación de contenedores por medios mecánicos (carretillas elevadoras o apiladoras telescópicas).

La franja destinada al apilamiento de contenedores, hasta una altura máxima de dos contenedores, irá apoyada sobre una losa de hormigón debidamente dimensionada para soportar estas cargas. Además se definirá un vial de acceso al recinto ferroviario que conectará el mismo con la zona actualmente urbanizada en el P.I.R. Parque Industrial Sur de Extremadura, que dista unos 500 m de la zona objeto de actuación.

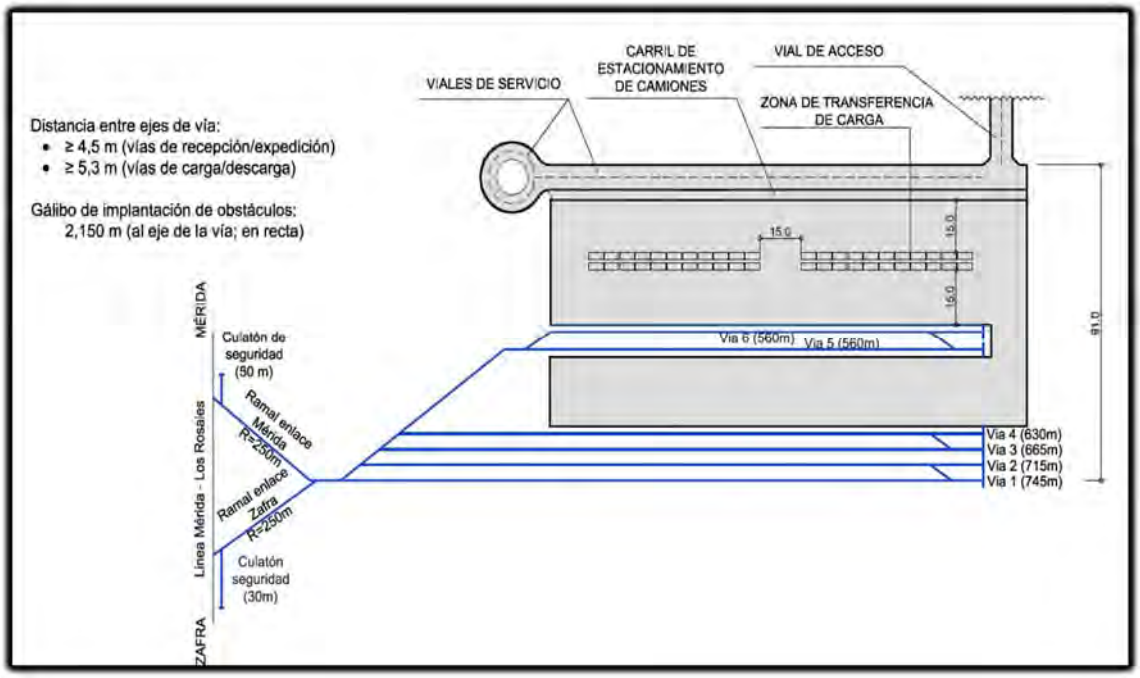
Una vez dentro del recinto ferroviario se ha definido un vial de servicio que permitirá el acceso de los vehículos pesados a la zona de carga y descarga de contenedores. Este vial de servicio consiste en un vial compuesto por dos carriles de 3,5 m dispuesto en paralelo a la zona de carga y descarga. Este vial de servicio acaba en una glorieta que permitirá a los vehículos efectuar un cambio de sentido para posicionarse en la zona de carga y descarga.

Esta zona de carga y descarga estará compuesta por un carril de 3,5 m de anchura, e irá dispuesta en paralelo a la zona de transferencia de carga en la que se realiza el acopio de contenedores. Todos estos viales contarán con las características propias de un recinto industrial, primando los criterios de maniobrabilidad y resistencia al tráfico

pesado. Se incluye también la red de drenaje necesaria para la evacuación de aguas tanto del haz ferroviario como de la zona de carga y descarga.

Existe, por último, una serie de elementos o instalaciones complementarias tales como protección contra incendios, iluminación, instalaciones de control de accesos, cerramientos, etc, que deberán ser definidos posterormente.

Gráfico 237. Esquema propuesto para la Terminal Ferroviaria de Expaciomérida



Fuente: Dirección General de Transportes, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobex

3.5.4.1.- Valoración de las conexiones ferroviarias

La Base Licitación con IVA de la conexión ferroviaria asciende a la cantidad de 10.437.129,44 €.

La ejecución de la actuación total se divide en dos fases. La primera fase tiene una Base Licitación con IVA que asciende a la cantidad de 6.213.649,60 €. La fase 2 recoge las obras restantes.

4.- FLUJOS DE VIAJEROS Y MERCANCÍAS EN EL COFEMANEX

4.1.- TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN EL COFEMANEX

Actualmente las circulaciones que se producen en el Cofemanex y las características técnicas de los trenes son las siguientes:

1.- **Tráfico de carbón**: circulan 4 trenes de carbón diarios (de lunes a viernes), 2 de ida y 2 de vuelta. Algunos días han llegado hasta circular 6 (3 de ida y 3 de vuelta), de la Nava de Puertollano a Almorchón. Estos trenes luego siguen, vía Córdoba, hasta Alhondiguilla, a la central térmica de Puente Nuevo. Son composiciones tracciondas por locomotoras diesel de la serie 333.3 con 15 tolvas tipo TT4 de 4 ejes, con un peso total de 900 t (composición entera cargada incluyendo locomotora) y una longitud de 300 m. La locomotora pesa 120 t, y cada tolva 27 t en vacío y 53 t cargada. Es el tráfico más estable de la línea.

2.- **Tráfico de amoniaco** de Tramesa-Fertiberia. Un tren entre Puertollano Refinería y Lisboa. Suele circular los lunes, martes y miércoles (ida y vuelta), aunque no es fijo. Son composiciones tracciondas por locomotoras diesel de la serie 333.3 con 11-12 cisternas tipo PRR de 4 ejes, con un peso total de 900 t (composición entera cargada incluyendo locomotora) y una longitud de 220 m. La locomotora pesa 120 t, y cada cisterna 24,5 t en vacío y 65 cargada.

3.- **Tráfico de coque**. Circula un tren entre Puertollano Refinería y la cementera de Alconera (Zafra). Suele circular uno o dos días a la semana (ida y vuelta), aunque no es fijo. La composición es la misma que para los trenes de carbón indicado en el punto 1 anterior.

4.- **Tráfico de cereal.** Un tren entre Don Benito y Badajoz (que luego sigue para Portugal). Suele circular un día a la semana (ida y vuelta), aunque no es fijo. La composición está formada por locomotoras 333.3 y 15-20 tolvas tipo TDGS de CP (Comboios de Portugal) de 2 ejes. Son composiciones de unos 200 m de longitud y unas 600 t de peso cargadas.

5.- **Tren chatarrero** Vicálvaro (Madrid)-Puertollano-Mérida-Zafra, con un servicio semanal de ida y vuelta, normalmente los martes o miércoles. Circulará por lo menos hasta fin de año 2014. Este tren está formado por una locomotora diesel 333.3 y entre 14 y 16 vagones tipo Ealos XX de 4 ejes. Cada vagón tiene 14 m de largo, pesa 22, 5 t en vacío y 57,5 t cargado. Las composiciones sueles ser como máximo, incluyendo la locomotora, de 250 m de largo y 1.000 t de peso (cargada).

6.- **El transporte intermodal** existente en la línea es el que se realiza exclusivamente en la **estación logística de San Lázaro**. Inicialmente se ofertaban dos trenes semanales (ida y vuelta) entre Mérida y Lisboa, de unos 400 m de longitud y 30 contenedores cada uno. Desde verano se tiene un nuevo servicio entre Mérida y Lisboa con una frecuencia semanal de ida y vuelta. Y las previsiones apuntan a que para el año 2016, una vez puesto en servicio el corredor mixto ferroviario de altas prestaciones Madrid-Badajoz, se iniciarán nuevas rutas a Algeciras y Valencia por Madrid. Se llevan movidos un total de 3.600 contenedores desde que se puso en servicio la estación y llegarán a los 5.000 contenedores a final de año.

Esto supone un total de 6 trenes semanales con 30 contenedores → 180 contenedores semana y 720 contenedores/mes. Por tanto la previsión es de 8.640 contenedores/año, osea unas 187.200 t/año.

Fotografía 298. Transporte intermodal en Sagragas. Badajoz

Fuente: Javier López Ortega

Se muestran a continuación las características de los distintos tipos de locomotoras y vagones utilizados actualmente y utilizables tras su adaptación. [76]

Tabla 88. Características de las locomotoras de mercancías más usadas en la actualidad.

Tipo	Diesel 333	Eléctrica 250
Masa (t)	120	124
Longitud (m)	20,7	20
Potencia (kw)	1.875	4.600
Ejes	6	6
Velocidad máxima (km/h)	140	120
Tensión (V)	-	3.000
Esfuerzo máximo (kN)	330	349

Fuente: Renfe

[76] En el apartado 2.10 "*Material rodante del Cofemanex*" se describe de forma más detallada el material rodante del Cofemanex.

Tabla 89. Características de los vagones que circulan en la actualidad por la línea férrea entre Badajoz y Puertollano (I)

Tipo	Tolva TT4	Tolva TT5	Tolva TT8	Cisterna PRR4
Tipo de mercancía	Carbón	Cereales y abonos	Cereales y abonos	Amoniaco
Ejes	4	4	4	-
Carga máxima (t)	53,0	56,0	54,5	65,0
TARA media (t)	27,0	24,0	25,5	24,5
Longitud entre topes (m)	18,00	14,16	15,74	-
Longitud interior de la caja (m)	-	-	-	-
Velocidad máxima (km/h)	100	100	100	-
Fuerza admisible (kN)	-	-	-	-

Fuente: Renfe

Tabla 90. Características de los vagones que circulan en la actualidad por la línea férrea entre Badajoz y Puertollano (II).

Tipo	Plataforma	Abiertos X7	Cisterna RR92
Tipo de mercancía	TEU	Graneles sólidos	Graneles líquidos
Ejes	3	2	4
Carga máxima (t)	93,0	28,2	65,5
TARA media (t)	27,0	11,8	24,5
Longitud entre topes (m)	27,10	9,95	16,74
Longitud interior de la caja (m)	-	-	-
Velocidad máxima (km/h)	120	100	120
Fuerza admisible (kN)	-	-	-

Fuente: Renfe

Fotografía 299. Tren carbonero en la estación de Almorchón. Badajoz

Fuente: Alejandro Vozmediano

Tabla 91. Características de otros vagones que podrían circular por la línea férrea Badajoz – Puertollano una vez adaptada

Tipo	MA5 2p	JJ92
Tipo de mercancía	Automóviles	Siderúrgicos
Ejes	4	4
Carga máxima (t)	22,0	64,7
TARA media (t)	27,7	25,3
Longitud entre topes (m)	27,00	12,04
Longitud interior de la caja (m)	52,20	10,80
Velocidad máxima (km/h)	100	120
Fuerza admisible (kN)	360	360

Fuente: Renfe

A continuación y a manera de resumen, se adjunta una tabla con las toneladas anuales de cada tipo de tráfico (es un cálculo aproximado para tener un orden de magnitud sobre los tráficos Origen/Destino que circulan en el Cofemanex):

Tabla 92. Carga actual Origen/Destino Extremadura en el Cofemanex.

Tipo de Trafico	Tn Neta Vagón	Tn neta tren
Trafico Carbón	26	364
Tráfico de amoniaco	40.5	486
Tráfico de coque	26	390
Tráfico de cereal:	25	500
Tráfico de Chatarra	35	560

Tipo de Trafico	Circulaciones semanales	Días de Explotación	Toneladas/año
Trafico Carbón	**10**	**520**	**189.280**
Tráfico de amoniaco	**3**	**156**	**75.816**
Tráfico de coque	**2**	**104**	**40.560**
Tráfico de cereal:	**1**	**52**	**26.000**
Tráfico de Chatarra	**1**	**52**	**29.120**
TOTAL			**360.776**

Fuente: Universidad de Extremadura a partir de datos de Operadores ferroviarios de mercancías y Adif.2014

El **tráfico internacional con Origen/Destino la terminal de Badajoz** es el siguiente:

Según datos procedentes del Desarrollo Logístico Extremeño, el tráfico del 2014 es de 6 (3 de ida y 3 de vuelta) de Mérida a Lisboa. Son trenes de 400 metros, y con composiciones de 30 contenedores. Al año supondría una carga de **187.200 t /año** de transporte intermodal internacional. Por lo tanto, la suma de carga (Origen/Destino y Tránsito) que tiene en la actualidad el Corredor Cofemanex es de **547.976 t/año**.

Fotografía 300. Carbonero en Almorchón. Badajoz

Fuente: Alejandro Vozmediano

4.2.- PROBLEMAS EN EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS A TRAVÉS DE LA LÍNEA MIXTA DE ALTAS PRESTACIONES MADRID-BADAJOZ

La llegada de la Línea de Altas Prestaciones (LAP) de uso mixto desde Extremadura a Portugal a la zona centro de España, se realiza en la conexión en Pantoja (Toledo) con la Línea de Alta Velocidad (LAV) exclusiva de pasajeros de Madrid a Sevilla. Por definición el **TAP (tren de altas prestaciones) Madrid- Extremadura- Portugal**, se plantea de uso mixto, pero en este punto de conexión existe un problema para introducir los trenes de mercancías en la zona de Madrid.

Un tren de mercancías que circule por el futuro TAP, al llegar a la zona de Pantoja, tiene un primer obstáculo, ya que no podría continuar su circulación por la LAV de Sevilla, por ser esta de uso exclusivo para pasajeros.[77]

El siguiente problema que se tendría es que la línea convencional desde Humanes hasta la unión de esta línea con el futuro TAP de Extremadura, está sufriendo una reforma desde Humanes hasta Illescas para adaptarla a la ampliación de esta línea a los servicios de cercanías (línea C-5). Además de esto, existe en la actualidad la intencionalidad de que a medio plazo las Terminales de Mercancías de Madrid se trasladen desde Abroñigal hasta Aranjuez. Esto último dificultaría enormemente la llegada de las mercancías desde Portugal o Extremadura a esta nueva Terminal de mercancías en Aranjuez.

Así se justifica que la línea convencional Madrid – Aranjuez sea la línea preferente para conectar los trenes de mercancías de Extremadura con Madrid, el norte de España y Europa. Además la línea desde Madrid a Pinto, está siendo cuadruplicada y desde Pinto a Aranjuez tiene esta cuadruplicación pendiente de DIA. Al cuadruplicar la vía se segrega completamente los tráficos de cercanías de Madrid a Aranjuez de los tráficos de mercancías desde el sur de España.

En esta situación, hay dos opciones que resuelven el problema:

a) Solucionar la conexión desde el TAP mixto Madrid – Extremadura, realizando las actuaciones necesarias para que exista una conexión ferroviaria entre el TAP, y la línea convencional Madrid – Aranjuez – Alcázar.

b) Reformar la línea férrea Cofemanex, electrificación, mejora de infraestructura, y de trazado, para asumir que todo el tráfico de mercancías desde Extremadura, usen el recorrido: Mérida → Puertollano → Ciudad Real → Manzanares → Alcázar de San Juan → Aranjuez.

En la actualidad se está redactando el proyecto constructivo de la conexión del TAP de Extremadura con la LAV de Sevilla, en la zona de Pantoja.

En esta tesis se quiere resaltar, que las actuaciones sobre el Cofemanex son también necesarias y complementarias a las actuaciones previstas sobre la red de altas prestaciones y su llegada a Madrid, porque aparte de aliviar tráfico de mercancías, en una línea que va a ser prioritaria de viajeros, consigue una conexión directa con Puertollano- Alcázar de San Juan, sin necesidad de pasar por Madrid, accediendo a los puertos de Valencia y Algeciras.

[77] Francisco Diaz Pardo

Fotografía 301. Tren militar saliendo de la estación de Almorchón

Fuente: Javier Rubio

4.3.- PLAN ESTRATÉGICO PARA EL IMPULSO DEL TRANSPORTE FERROVIARIO DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA

El método seguido para estimar la demanda potencial del Cofemanex es análogo al seguido por el Ministerio de Fomento en su **"Plan Estratégico para el Impulso del Transporte Ferroviario de Mercancías en España" de noviembre 2010.**

Este Plan parte del análisis del sistema de transporte realizado y de la demanda actual de transporte de mercancías por carretera y ferrocarril. Posteriormente, se aplica a las matrices origen / destino de la demanda de transporte una serie de filtros según tipo de producto, para determinar la demanda potencialmente captable por el ferrocarril que finalmente se proyecta al 2020.

4.3.1.- Escenario de captación para el transporte ferroviario en vagón convencional

El transporte ferroviario total en 2008 en vagón convencional, en el ámbito nacional, ascendió a casi 14 millones de toneladas, tal y como se refleja en el cuadro adjunto, en el que se indican los tráficos en vagón convencional e intermodal que realizó Renfe Operadora, diferenciando entre nacional e internacional.

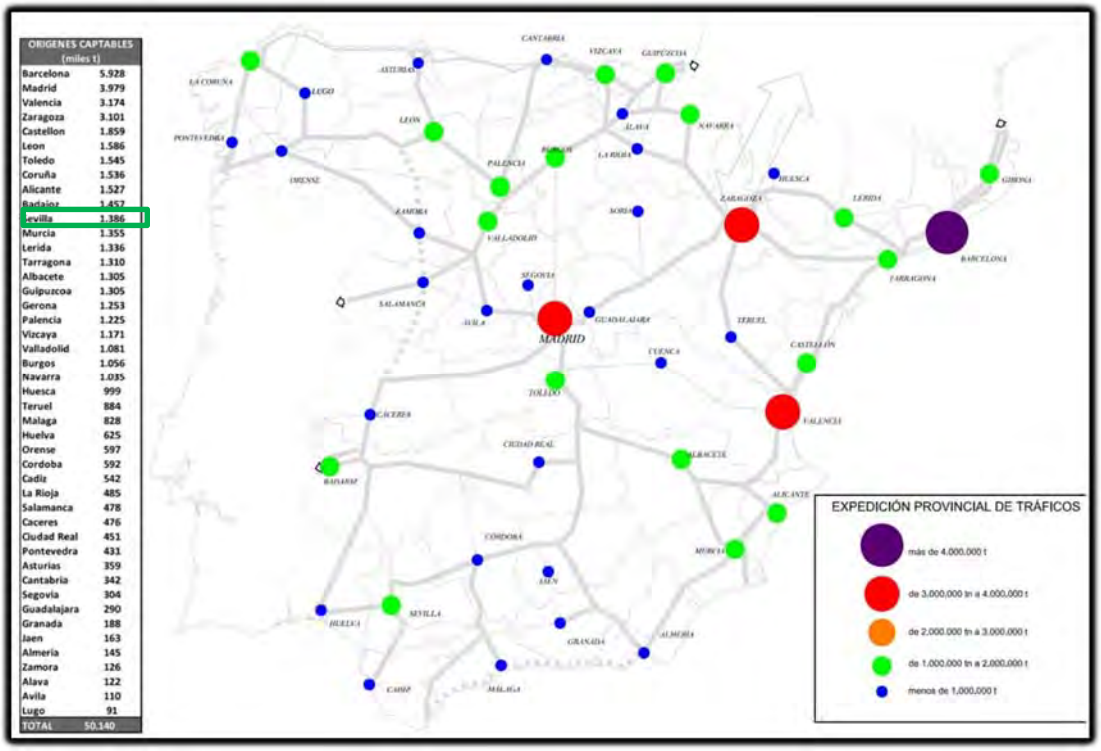
Tabla 93. Tráficos de Renfe Operadora

Tipo de tráfico		Miles de t
Vagón convencional	Nacional	13.979
	Internacional	2.629
	TOTAL	16.608
Intermodal	Nacional	4.212
	Internacional	1.959
	TOTAL	6.170
TOTAL		22.778

Fuente: Ministerio de Fomento

Para la realización del análisis de transferencia modal al ferrocarril con vagón convencional, se parte de la demanda de mercancías transportadas por carretera y por ferrocarril, tratando de forma diferenciada cada uno de los modos de transporte según diferentes grupos de mercancías. En concreto, se ha centrado el análisis en aquellos tráficos que son, en principio, susceptibles de ser captados por el ferrocarril.

Gráfico 238. Principales provincias de origen de mercancías captables en vagón convencional. Ámbito nacional



Fuente: Ministerio de Fomento

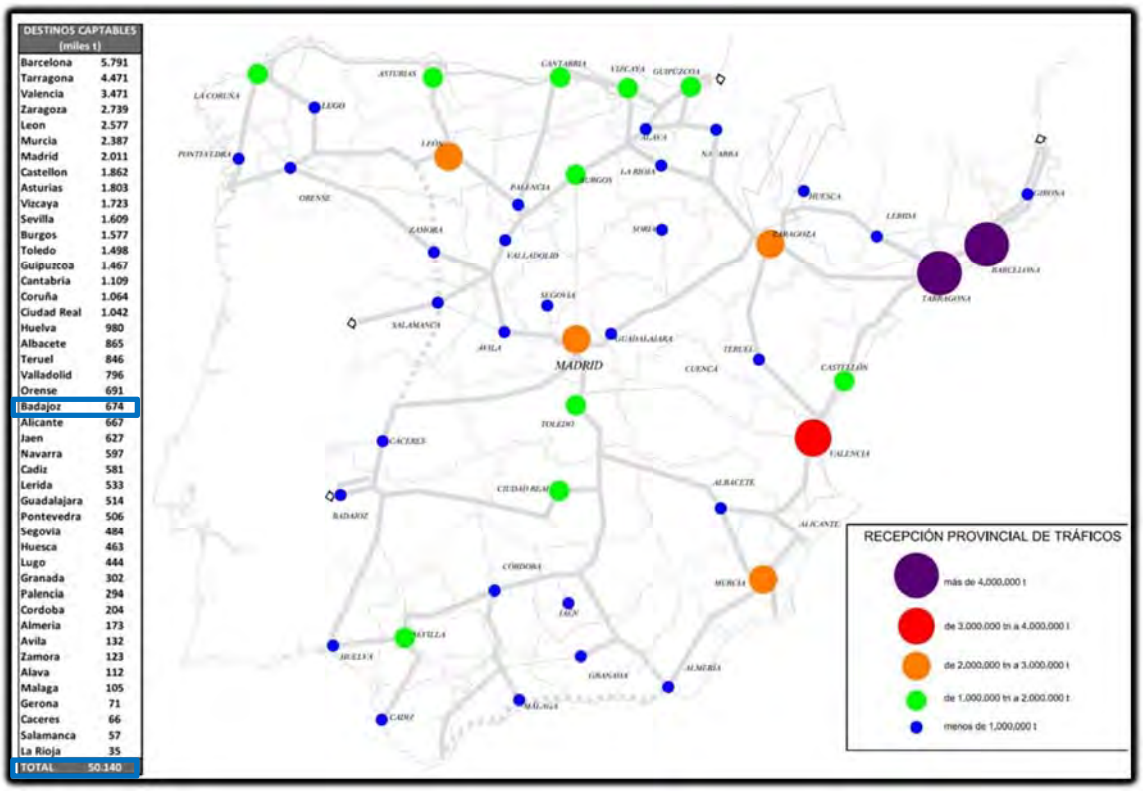
La metodología aplicada para realizar el cálculo de cuáles pueden ser los posibles tráficos ferrocarrizables, consiste en la aplicación de una serie de filtros a los grupos de mercancías analizados.

Los filtros aplicados para la estimación del tráfico potencialmente captable son los siguientes:

– **Filtro 1**. **Tipo de producto**. Seleccionado en el análisis según los grupos de interés considerados como susceptibles de transferencia modal.

– **Filtro 2**. **Volumen del envío**. Supone tener en cuenta únicamente las relaciones de tráficos cuyo volumen transportado en cada operación supere un tamaño determinado de envío. Los parámetros aplicados son 24 toneladas/envío en todos los productos, excepto en el caso de Autos y piezas cuyo volumen de envío es de 12 toneladas.

Gráfico 239. Principales provincias de destino de mercancías captables en vagón convencional. Ámbito nacional



Fuente: Ministerio de Fomento

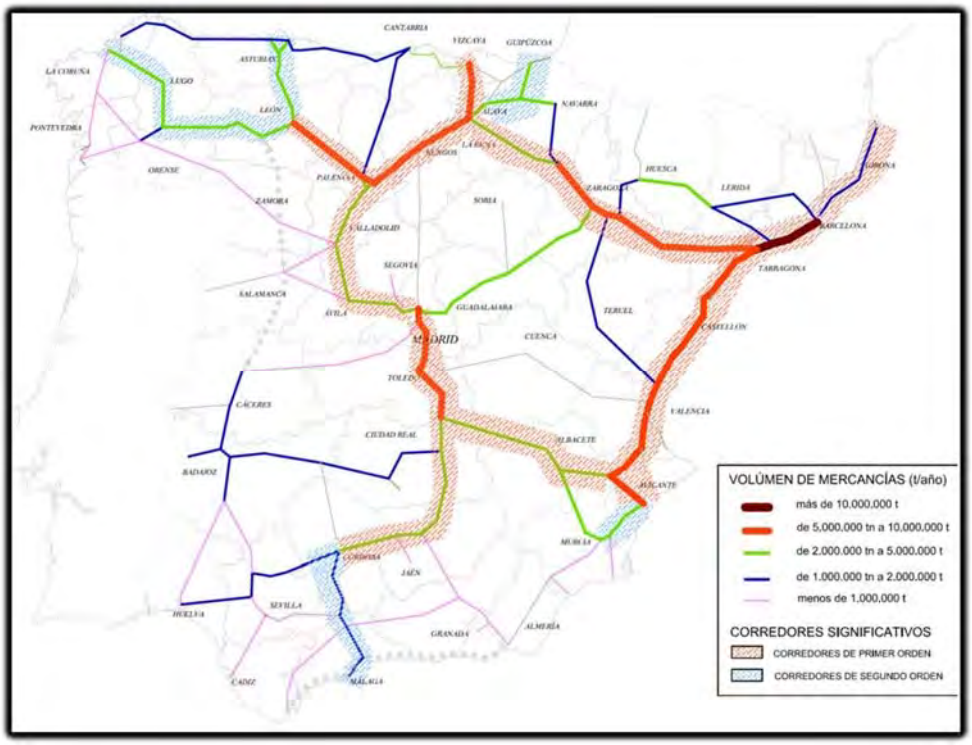
– **Filtro 3 Distancia de la relación de tráfico**. Para cada grupo de interés, se tienen en cuenta sólo las relaciones que superen los 150 km en todos los casos, excepto para los grupos de mercancías “Combustibles minerales” y “Minerales”, en los cuales la distancia considerada es menor (50 km).

– **Filtro 4 Volumen anual transportado.** Para cada grupo de interés, se consideran las relaciones de tráfico con volúmenes de mercancías que superen las 90.000 toneladas anuales en el caso de los grupos: “Cereales”, “Remolacha”, “Cementos”, “Materiales de construcción”, “Piedras y tierras”, “Productos siderúrgicos”, “Combustibles líquidos” y “Papel”. En el resto de productos el umbral es de 30.000 t/año.

– **Filtro 5 Ratio de distancia por ferrocarril /distancia por carretera**. De las relaciones obtenidas con los filtros anteriores, se excluyen, salvo alguna excepción,

aquellas relaciones de tráfico cuya distancia del ferrocarril sea superior en 1,5 veces a la distancia de la carretera por razones de coste e incluso de plazo de transporte.

Gráfico 240. Flujos de mercancías captables en vagón convencional. Ambito nacional



Fuente: Ministerio de Fomento

Los resultados de este Plan son los siguientes:

Tabla 94. Captación potencial de tráficos de la carretera por el ferrocarril. Vagón convencional. Ambito nacional

CAPTACIÓN POTENCIAL DE TRÁFICOS DE LA CARRETERA POR EL FERROCARRIL. VAGÓN CONVENCIONAL, ÁMBITO NACIONAL 2008 (Miles t)

	TRÁFICOS ACTUALES					FILTROS	SITUACIÓN CAPTABLES			
Producto	CTRA INTERPROVINCIAL (Miles t)	FF.CC (Miles t)	Mercancías terrestres CTRA + FF.CC (Miles t)	Cuota CTRA (%)	Cuota FF.CC (%)		Captable de la CTRA (Miles t)	% Captable sobre total CTRA (%)	FF.CC actual + Captable CTRA (Miles de t)	Cuota (FF.CC actual + Captable CTRA) sobre total mercancías terrestres
Abonos	8.575	144	8.718	98,35%	1,6%	>24t./env. 150km. y 30.000 t/año	1.996	23%	2.139	25%
Autos y piezas	12.676	545	13.221	95,88%	4,1%	>12t./env. 150km. y 30.000 t/año	3.572	28%	4.117	31%
Butano	3.494	403	3.897	89,66%	10,3%	>24t./env. 150km. y 30.000 t/año	557	16%	960	25%
Cementos	31.374	1.838	33.212	94,47%	5,5%	>24t./env. 150km. y 90.000 t/año	5.713	18%	7.551	23%
Cenizas	4.004	61	4.065	98,50%	1,5%	>24t./env. 150km. y 30.000 t/año	1.320	33%	1.381	34%
Cereales	46.079	925	47.004	98,03%	2,0%	>24t./env. 150km. y 90.000 t/año	6.005	13%	6.930	15%
Combustibles Líquidos	19.986	415	20.402	97,96%	2,0%	>24t./env. 150km. y 90.000 t/año	1.930	10%	2.346	11%
Combustibles Minerales	3.927	1.874	5.801	67,69%	32,3%	>24t./env. 50km. y 30.000 t/año	2.087	53%	3.962	68%
Minerales	1.614	92	1.706	94,62%	5,4%	>24t./env. 50km. y 30.000 t/año	590	37%	682	40%
Maderas	8.697	433	9.130	95,26%	4,7%	>24t./env. 150km. y 30.000 t/año	1.443	17%	1.876	21%
Materiales de Construcción	48.098	169	48.267	99,65%	0,4%	>24t./env. 150km. y 90.000 t/año	4.878	10%	5.047	10%
Papel	15.575	346	15.921	97,83%	2,2%	>24t./env. 150km. y 90.000 t/año	2.481	16%	2.827	18%
Piedras y Tierras	73.186	928	74.114	98,75%	1,3%	>24t./env. 150km. y 90.000 t/año	3.900	5%	4.828	7%
Productos Químicos	15.936	372	16.307	97,72%	2,3%	>24t./env. 150km. y 30.000 t/año	5.385	34%	5.757	35%
Productos Siderúrgicos	40.595	3.910	44.506	91,21%	8,8%	>24t./env. 150km. y 90.000 t/año	7.332	18%	11.242	25%
Remolacha	3.665	3	3.668	99,92%	0,1%	>24t./env. 150km. y 90.000 t/año	94	3%	97	3%
Sal	2.056	198	2.255	91,21%	8,8%	>24t./env. 150km. y 30.000 t/año	856	42%	1.054	47%
TOTAL	339.538	12.656	352.194	96,41%	3,59%		50.140	14,77%	62.796	17,83%

Nota: todas las cifras se refieren al volumen de toneladas según los grupos de productos seleccionados de tráfico nacional interprovincial

Volumen de tráfico interprovincial de carretera en los grupos de interés

50 M t

Tráfico potencialmente captable tras los cinco filtros aplicados

Fuente: Ministerio de Fomento

La aplicación de los cinco filtros cuantitativos, lleva a una cifra del orden de 50 millones de toneladas consideradas como potencialmente captables**, es decir un porcentaje de 14,77 % sobre el total de la carretera.**

Teniendo en cuenta que la demanda de transporte ferroviario de mercancías, en el año 2008 en vagón convencional fue de 14 Mt, se considera que la estimación final de tráfico total, incluyendo el actual más el tráfico captable sería de 64 Mt.

4.3.2.- Escenario de captación para el transporte ferroviario intermodal

En el año 2008, el transporte interior en España de mercancías por carretera superó los 2.000 Mt (2.053.393.000 t)[78]. Los grupos de interés, susceptibles de ser transportados en ferrocarril mediante transporte intermodal, representan el 6 % de este tráfico.

En el caso del transporte ferroviario de mercancías en transporte intermodal, en el año 2008 Renfe registró un volumen de 4,2 Mt en el ámbito nacional, donde no se hace distinción de la tipología de las mercancías transportadas en las **unidades de tráfico intermodal (UTIs)**

Estableciendo una relación entre las relaciones de posible interés de la carretera y los tráficos actuales del ferrocarril, se puede obtener una cuota modal estimativa del ferrocarril en relación con el volumen de la carretera para el transporte intermodal.

Tabla 95. Estimación de la cuota actual del ferrocarril en transporte intermodal

Distancia	Relación		Volumen Carretera (t/año)		Volumen FFCC Actual (t/año)		FFCC / Carretera (%)	
	A	B	Sentido A-B	Sentido B-A	Sentido A-B	Sentido B-A	Sentido A-B	Sentido B-A
menor a 300 Km	Origen	Destino	38.376.008	40.469.109	158.614	302.457	0,41%	0,75%
de 300 Km a 600 Km	Origen	Destino	13.276.184	14.087.271	681.720	715.833	5,13%	5,08%
mayor a 600 Km	Origen	Destino	3.911.717	3.871.017	442.056	359.267	11,30%	9,28%
TOTAL			55.563.909	58.427.397	1.282.390	1.377.556	2,31%	2,36%

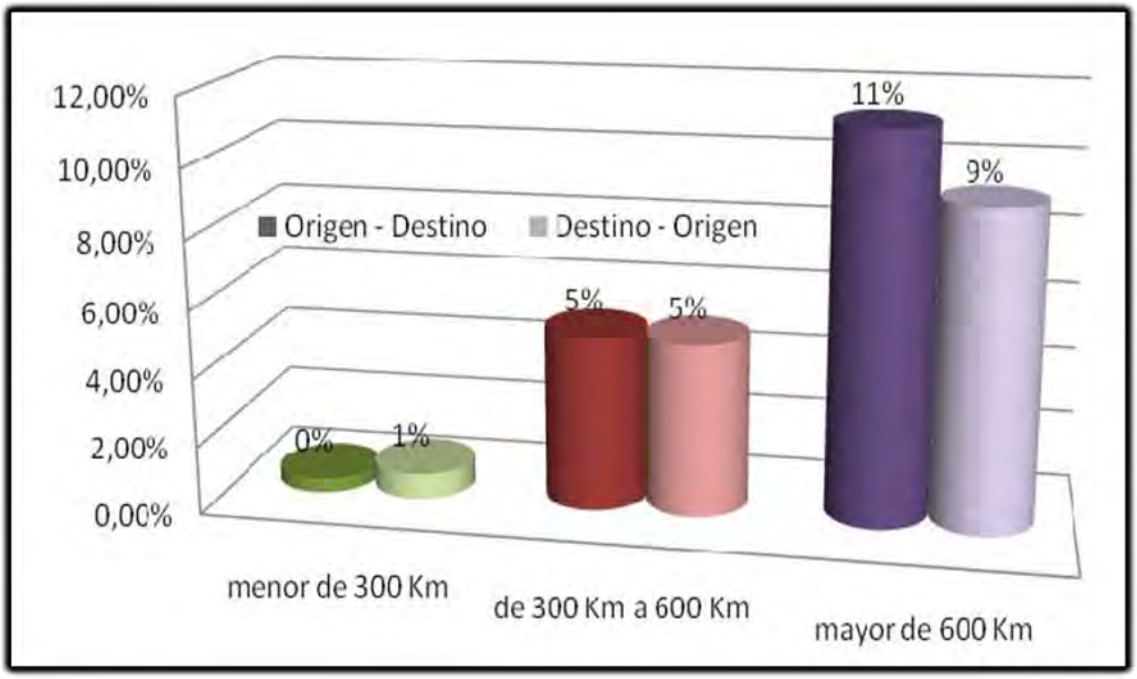
Fuente: Ministerio de Fomento

Fotografía 302. Tren Teco Iberian Link saliendo de Mérida. Badajoz

Fuente: Rafael Rodriguez Cáceres

[78] Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera del Ministerio de Fomento

Gráfico 241. Cuota actual de ferrocarril en el transporte intermodal por distancia



Fuente: Ministerio de Fomento

Para el estudio de mercancías ferrocarrizables, en transporte intermodal, se utilizan los datos de la **Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera (EPTMC)**, así como datos de los tráficos ferroviarios de transporte combinado de Renfe. Los datos de Renfe no especifican el tipo de mercancía que transporta la UTI, por lo que se analizan en la EPTMC las mercancías más susceptibles de ser transportadas en UTI, aunque pueda ir asimismo, en determinados casos, en algún tipo de vagón convencional.

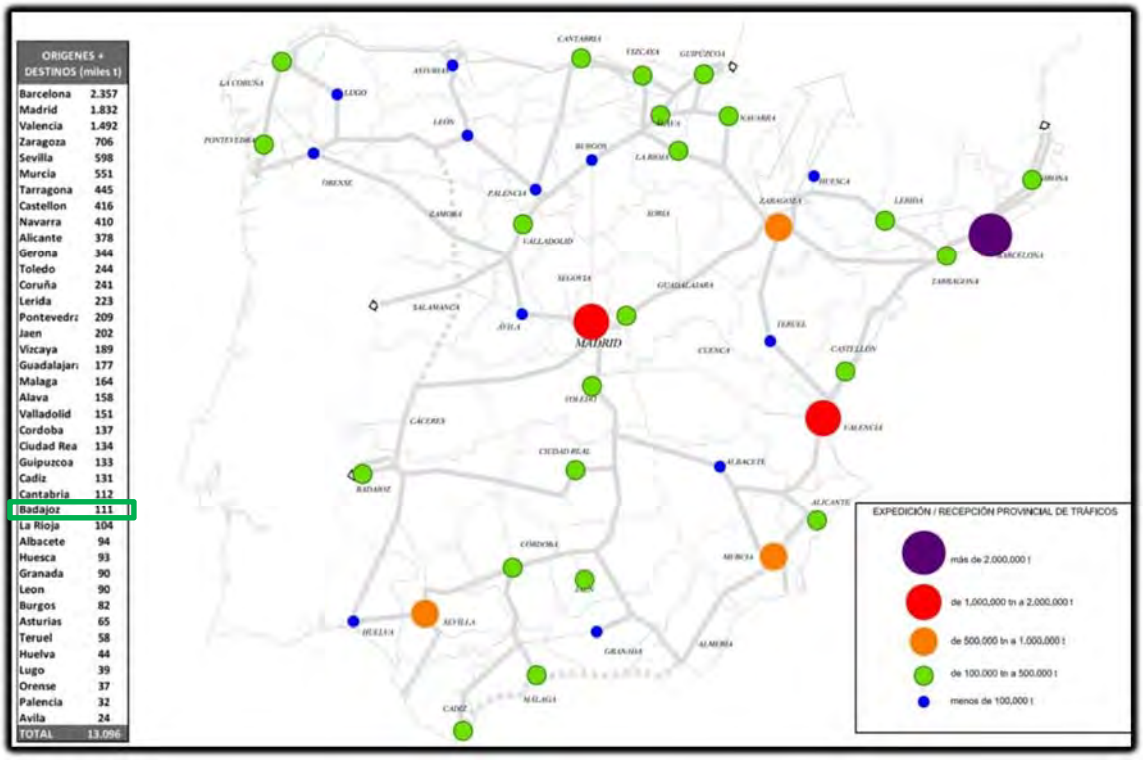
La base de la metodología aplicada, consiste en la aplicación de una serie de filtros a los grupos de mercancías objeto de análisis, que difieren, en algunos casos, de los aplicados al vagón convencional.

Para determinar la cuota captable por el ferrocarril, en transporte intermodal y en ámbito nacional, se han utilizado cinco filtros sobre el grupo de mercancías seleccionado.

– **Filtro 1 División por distancia**, en el cual, se tiene en cuenta la distancia entre las diferentes provincias de origen y destino de los tráficos, ya que la captación de tráfico varía en función de la misma. La clasificación es la siguiente:

  - **Corta distancia**: tráficos con distancias menores a 300 km
  - **Media distancia**: tráficos con distancias entre 300 km y 600 km
  - **Larga distancia**: tráficos con distancias mayores a 600 km

Gráfico 242. Principales provincias de origen/destino de mercancías captables por el ferrocarril. Transporte intermodal, ámbito nacional

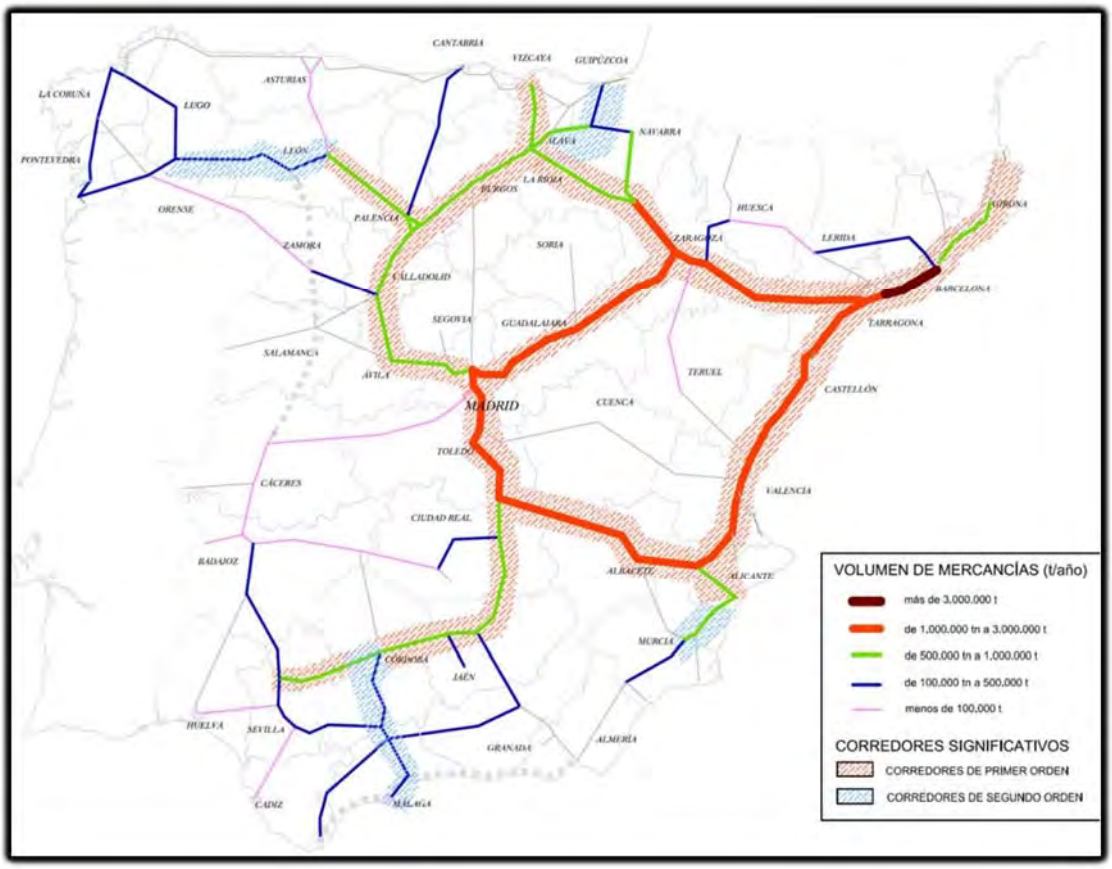


Fuente: Ministerio de Fomento

– **Filtro 2**. **Porcentaje de captación**. Una vez aplicado el primer filtro y clasificados los tráficos en función de las distancias, se aplican unos porcentajes de captación sobre el volumen total de tráfico. Este porcentaje se considera creciente a medida que la distancia aumenta:

- **Corta distancia**: captación del 10%.
- **Media distancia**: captación del 20%.
- **Larga distancia**: captación del 30%.

Gráfico 243. Flujos de mercancías potencialmente captables por el ferrocarril. Transporte intermodal, ámbito nacional



Fuente: Ministerio de Fomento

– **Filtro 3**. **Volumen mínimo por relación,** ya que en las clasificaciones anteriores se han tenido en cuenta tanto las relaciones "Origen-Destino", así como las relaciones "Destino- Origen". (A-B, B-A). En este filtro se consideran los volúmenes de tráfico en función de la distancia, siendo el objetivo alcanzar un mínimo de una circulación a la semana, durante 46 semanas, lo que implica, con una carga útil de 500 t por tren, un La clasificación en función de las relaciones de distancia es la siguiente:

  - **Corta distancia**: Relaciones con volumen total (A-B + B-A) superior a 230.000 t/año (con un 10% de captación se alcanzaría el mínimo de 23.000 t/año)
  - **Media distancia**: Relaciones con volumen total (A-B + B-A) superior a 115.000 t/año (con un 20% de captación se alcanzaría el mínimo de 23.000 t/año)
  - **Larga distancia**: Relaciones con volumen total (A-B + B-A) superior a 77.000 t/año (con un 30% de captación se alcanzaría el mínimo de 23.000 t/año)

– **Filtro 4. Selección de volumen**, donde dentro de las relaciones de tráficos A-B, la demanda captable por el ferrocarril que se ha tenido en cuenta para cada relación ha sido la más baja de ambos sentidos de tráfico, para evitar en lo posible descompensaciones de tráfico entre ambos sentidos.

– **Filtro 5. Exclusión por relación de distancia entre ferrocarril y carretera,** en el que, al igual que en el caso de vagón convencional, se han eliminado, salvo alguna excepción, las relaciones donde el trayecto realizado por el ferrocarril fuera superior en 1,5 veces al de la carretera.

Los resultados de este Plan son los siguientes:

Tabla 96. Captación potencial de tráfico intermodal nacional. Vagón intermodal

Captación de tráfico intermodal nacional año 2008 miles de toneladas						
	Situación actual 2008			Escenario transferencia potencial 2008		
Banda de distancias	FFCC	Carretera	%FFCC/Cra+FFCC	Captable FFCC	Carretera tras captable por FFCC	%captable FFCC/FFCC+Cra
<300(analizado)	461	78.845	0,6%	6.423	72.422	8,1%
300-600(analizado)	1.398	27.363	4,9%	4.830	22.533	16,8%
>600(analizado)	801	7.783	9,3%	1.842	5.941	21,5%
total(analizado)	2.660	113.991	2,3%	13.096	100.896	11,2%
total intermodal nacional	4.212	126.129	3,2%	13.096	113.034	10,0%

Fuente: Ministerio de Fomento

Se puede observar que la captación asciende a 13.095.589 toneladas en ambos sentidos, que sumado a los tráficos intermodales nacionales actuales (4,2 Mt), resultan aproximadamente 17 Mt. Esto supone subir hasta el 10% el porcentaje del tráfico intermodal del ferrocarril respecto a la carretera.

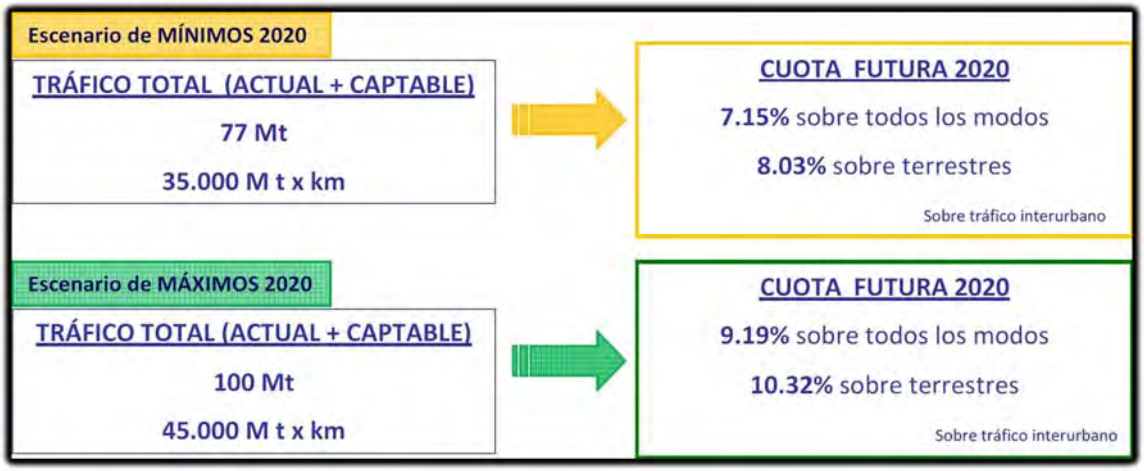
El "**Plan Estratégico para el Impulso del Transporte Ferroviario de Mercancías en España**" concluye con las siguientes previsiones de máximos y mínimos en 2020.

Tabla 97. Previsiones de transporte de mercancías por ferrocarril en España en 2020 según el P.E.I.T.F.M.E

ESCENARIOS 2020	VAGÓN CONVENCIONAL	TRANSPORTE INTERMODAL	TOTAL
MÍNIMO	46 M t	31 M t	**77 M t**
MÁXIMO	60 M t	40 M t	**100 M t**

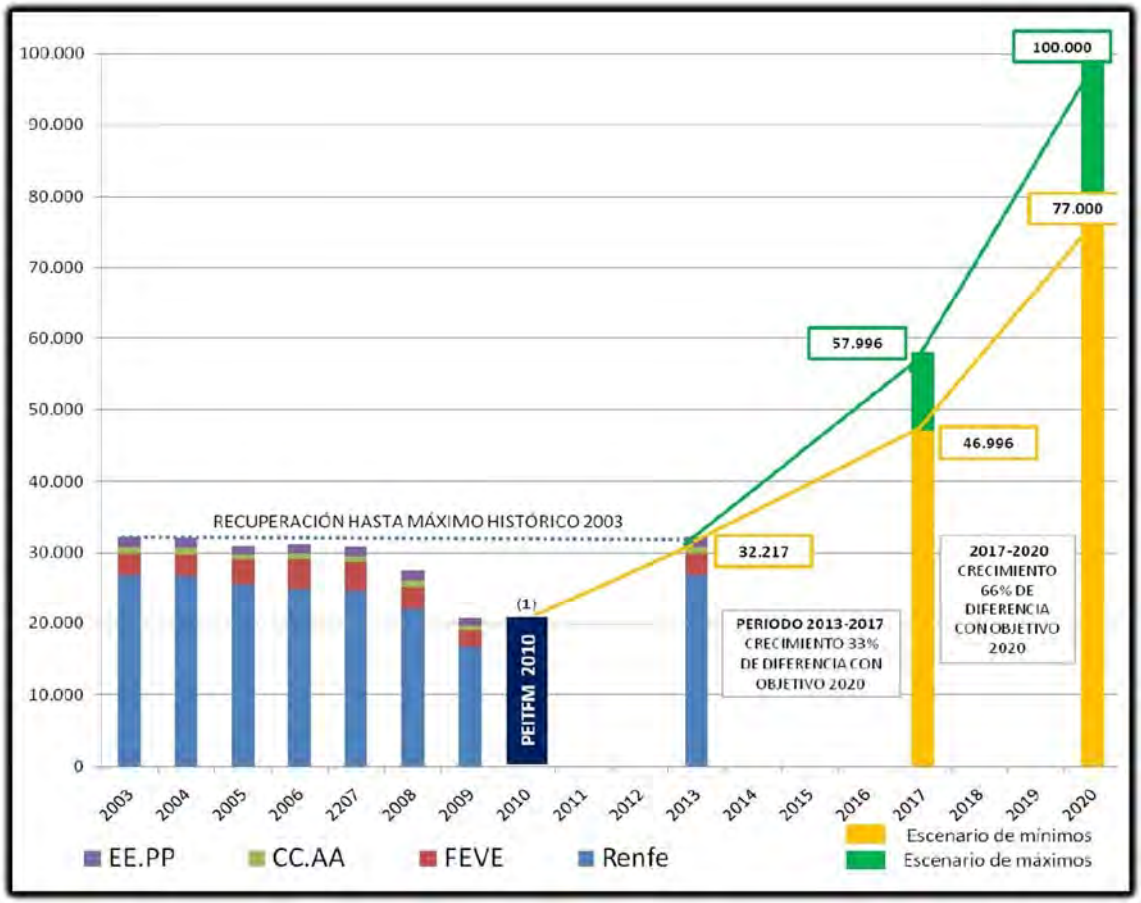
Fuente: Ministerio de Fomento

Gráfico 244. Escenarios de captación previstos en 2020 por el P.E.I.T.F.M.E



Fuente: Ministerio de Fomento

Gráfico 245. Estimación de la evolución del tráfico ferroviario de mercancías en España (miles t)



Fuente: Ministerio de Fomento

Fotografía 303. Locomotora de mercancías 333.347.3 en la estación de Almorchón. Detrás se pueden divisar un carbonero y un R-598 de pasajeros

Fuente: Alejandro Vozmediano

4.4.- ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA POTENCIAL DEL COFEMANEX

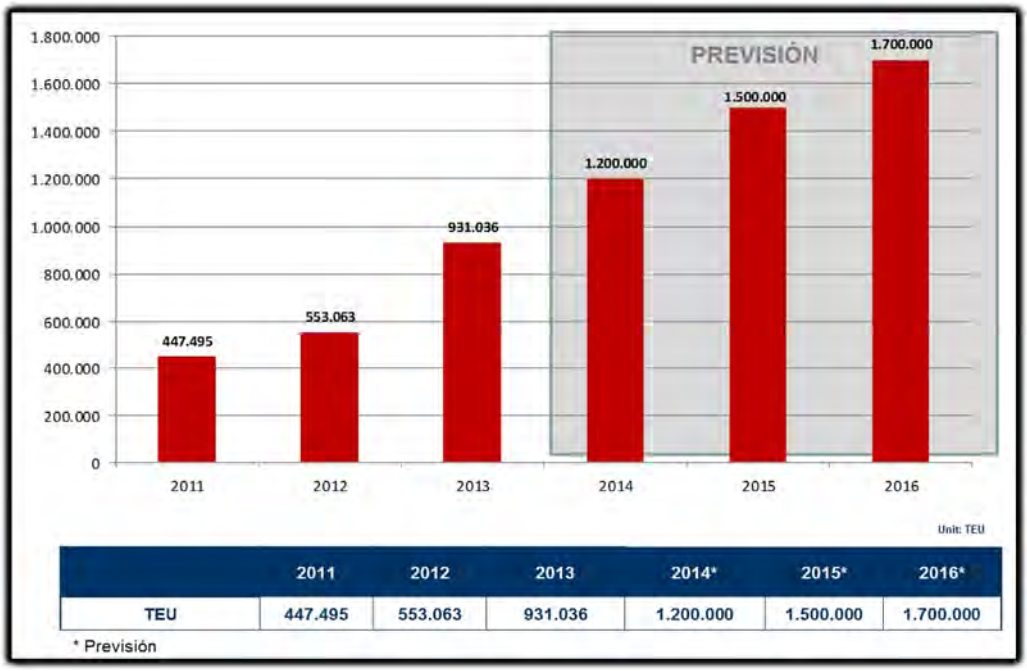
El análisis de la demanda potencial del presente estudio se ha basado en la situación actual referida al año 2013 tanto del modo carretera como del ferrocarril y a la prognósis de la demanda futura del corredor, tanto de la evolución del propio modo ferroviario como de la captación de mercancía del modo carretera.

Para la estimación de la demanda potencial del período de explotación considerado (2017-2021) se han tomado en cuenta una serie de premisas, sin las cuáles, no harían posible la captación de mercancía considerada en apartados posteriores. Estas premisas fundamentales son:

- Tramo objeto de estudio Badajoz-Puertollano acondicionado y dedicado a transporte de mercancías.
- Corredor Cáceres-Madrid focalizado al transporte de viajeros. Esto posibilitará que tanto el encaminamiento de mercancías con Origen/Destino Extremadura como el de tránsito hacia/desde Portugal utilice el corredor Badajoz-Puertollano para su transporte de mercancías.
- Política comercial más competitiva de Renfe Operadora con respecto a los operadores de transporte de mercancías por carretera.
- Puerto de Sines cumpla con sus expectativas de tráfico una vez se ponga en funcionamiento la tercera esclusa del Canal de Panamá que permite el tránsito de las buques Post-Panamax. Previsión de crecimiento tráfico de contenedores 2016: 1,7 Millones de TEUs.[79]
- Mejora del tramo de la red portuguesa: Sines –Elvas. Año 2019.

El método seguido para estimar la demanda potencial del Cofemanex es análogo al seguido por el Ministerio de Fomento en su "**Plan Estratégico para el Impulso del Transporte Ferroviario de Mercancías en España**" de noviembre 2010.

Gráfico 246. Volumen de contenedores movidos en el Puerto de Sines y su previsión futura



Fuente: Joao Franco. Curso de Verano Uex 2014

[79] Joao Franco

Fotografía 304. Cruce de carboneros en la estación de Almorchón. Badajoz

Fuente: Alejandro Vozmediano

4.4.1.- Trasvase Modal Carretera Ferrocarril

Conocida la situación actual del transporte de mercancías en el Cofemanex[80], el siguiente paso es, describir los diversos escenarios básicos de transferencia modal entre la carretera y el ferrocarril y/o la cadena intermodal de transporte terrestre (carretera/ferrocarril).

Se definen dos escenarios básicos en función de unas características determinadas, los cuales delimitan los extremos de distribución modal de tráficos:

4.4.1.1.- Escenario Tendencial:

Este escenario se basa en la **continuidad de los comportamientos de la demanda de transporte** en los últimos años, que ha generado el actual reparto modal de tráficos. Los criterios básicos para la definición de este son:

- Mantenimiento de las tasas de crecimiento medio anuales de los tráficos ferroviarios mediante el análisis de las series estadísticas de tráficos de las EEFF. (empresas de ferrocarril de mercancías).
- Análisis del crecimiento futuro de la movilidad de mercancías ajustada mediante un modelo de proyección futura de dicha demanda.

[80] Vease apartado 4.1 "*Transporte de mercacnías en el Cofemanex*"

Fotografía 305. Tren de amoniaco en la estación de Almorchón. Badajoz

Fuente: Alejandro Vozmediano

4.4.1.2.- Escenario de Máximos captables:

Este escenario refleja, a través de una metodología basada en la imposición de criterios de selección de tráficos (en base a filtros de corte) las **mercancías transportadas actualmente por el modo carretera que podrían ser susceptibles de ser trasvasadas al modo ferroviario.** Los criterios básicos para la definición de éste se explican a continuación:

- Tráficos actuales (año de estudio 2013) que podrían ser susceptibles de transferencia modal[81].
- Tasas de crecimiento anuales estimadas mediante el modelo de proyección de demanda que se explica en apartados posteriores (en función del PIB y del transporte de mercancías en carretera).

Para obtener un conocimiento más amplio de la redistribución modal de tráficos, y como fórmula instrumental de cálculo, se consideran dos sub-escenarios intermedios entre el Escenario Tendencial y el Escenario de Máximos Captables (que se han denominado **Sub-escenarios LÍMITE INFERIOR Y SUPERIOR**) bajo dos hipótesis diferentes de captación de tráficos potencialmente transferibles de la carretera, lo cual genera una horquilla entre una captación más baja y otra de mayor volumen.

4.4.1.3.- Sub-Escenario Límite Superior:

Este escenario se fundamenta en la **hipótesis básica de que el 70% del volumen de las relaciones de las mercancías consideradas como captables** en el escenario de máximos, **son realmente transferibles al modo ferroviario en la técnica de intermodal, mientras que en la técnica de vagón convencional, este porcentaje se reduce al 50%** (por razones de accesibilidad y especialización ya comentadas), de manera que existe un porcentaje de las mismas que por determinadas condiciones y circunstancias no serían susceptibles de dicho trasvase.

Estas circunstancias pueden ser de ámbito infraestructural, de accesibilidad a la red ferroviaria, de ámbito geográfico o de otro tipo de factor cualitativo no contemplado en los requisitos mínimos establecidos en los filtros de la metodología aplicada, ya que estos se basan en factores cuantitativos.

[81] EPTMC (Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera) 2013.

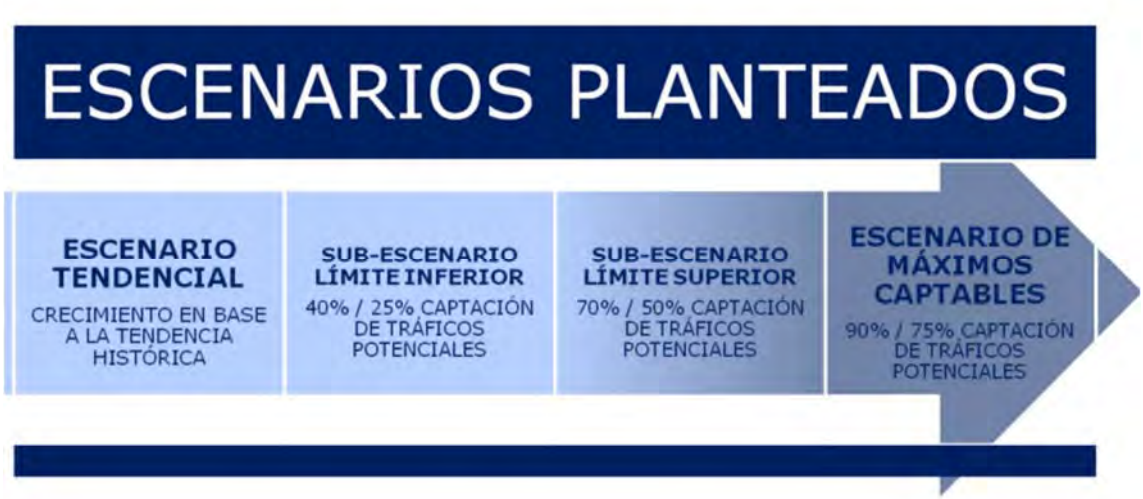
4.4.1.4.- Sub-Escenario Límite Inferior:

Este escenario se fundamenta en la **hipótesis básica de que únicamente el 40% del volumen de las relaciones de las mercancías consideradas como captables, son realmente transferibles al modo ferroviario en la técnica de intermodal, mientras que en la técnica de vagón convencional, este porcentaje se reduce al 25%**, de manera que existe un elevado volumen de las mismas que por determinadas condiciones y circunstancias no sería factible dicho trasvase.

Al igual que en el Sub-Escenario anterior, los factores limitantes en los flujos que determinan que el 60% de las mercancías no se consideren captables, depende de factores como el emplazamiento de las mercancías, las instalaciones de los centros generadores o atractores de cargas, la citada accesibilidad ferroviaria, y de otros factores de entidad cualitativa que dificulten el acceso de las mercancías a la red ferroviaria.

A continuación se presenta un esquema conceptual de los escenarios planteados en este estudio para la redistribución modal de tráficos.

Gráfico 247. Escenarios básicos de transferencia modal entre la carretera y el ferrocarril y/o la cadena intermodal de transporte terrestre (carretera/ferrocarril)



Fuente: Universidad de Extremadura

Para el análisis de los tráficos de redistribución modal y el planteamiento de los escenarios anteriormente expuestos, se utilizan como herramienta de trabajo las bases de datos que se detallan a continuación:

- ***Encuesta Permanente del Transporte de Mercancías por Carretera. (EPTMC). Año 2013***

De esta base de datos se analiza el transporte interior total realizado por carretera en Extremadura en el año de estudio, diferenciado aquellas mercancías que se consideran transportables en ferrocarril (bien en transporte intermodal mediante UTIs, o bien en vagón convencional) de aquellas que se han considerado no transportables en ferrocarril (animales vivos, determinadas cargas refrigeradas y congeladas, transportes militares, transacciones especiales, algunos artículos manufacturados y tractores, máquinas y aparatos agrícolas, y otros de menor significación) y son consideradas básicamente como transportables por la carretera.

Tabla 98. Nº Operaciones de transporte según clases de mercancía transportada por Comunidades Autónomas y tipo de desplazamiento

Comunidad Autónoma y tipo de desplazamiento	TOTAL	Productos agrícolas y animales vivos	Productos alimenticios y forrajes	Combustibles minerales sólidos	Productos petrolíferos	Minerales y residuos para refundición
Extremadura						
Total transportado (a+b+c+d)	4.018.374	325.534	381.489	3.022	58.816	33.667
Total de origen (a+b+c)	3.413.464	266.363	247.504	2.015	36.633	17.373
Total de destino (a+b+d)	3.454.997	237.244	298.976	2.018	58.300	25.352
Intramunicipal (a)	850.770	45.854	17.873	505	6.531	4.158
Intermunicipal intrarregional (b)	1.999.316	132.220	147.118	505	29.585	4.901
Interregional (c+d)	1.168.288	147.461	216.498	2.012	22.700	24.608
Expedido (c)	563.378	88.290	82.513	1.004	517	8.314
Recibido (d)	604.910	59.171	133.985	1.008	22.184	16.294

Productos metalúrgicos	Minerales y materiales para construcción	Abonos	Productos químicos	Máquinas, vehículos, objetos manufacturados	Operaciones en vacío	Comunidad Autónoma y tipo de desplazamiento
						Extremadura
69.512	872.797	27.222	48.999	355.641	1.841.675	Total transportado (a+b+c+d)
51.458	828.912	14.329	34.587	245.377	1.668.914	Total de origen (a+b+c)
41.666	839.026	26.835	34.843	271.807	1.618.929	Total de destino (a+b+d)
3.120	315.344	.	5.466	28.160	423.757	Intramunicipal (a)
20.493	479.796	13.942	14.964	133.383	1.022.410	Intermunicipal intrarregional (b)
45.900	77.657	13.280	28.569	194.097	395.507	Interregional (c+d)
27.846	33.771	387	14.157	83.834	222.746	Expedido (c)
18.054	43.885	12.893	14.413	110.263	172.761	Recibido (d)

Fuente: Encuesta Permanente del Transporte de Mercancías por Carretera. (EPTMC). Año 2013

Tabla 99. Toneladas según clases de mercancía transportada por Comunidades Autónomas y tipo de desplazamiento (Miles de tn)

Comunidad Autónoma y tipo de desplazamiento	TOTAL	Productos agrícolas y animales vivos	Productos alimenticios y forrajes	Combustibles minerales sólidos	Productos petrolíferos	Minerales y residuos para refundición
Extremadura						
Total transportado (a+b+c+d)	28.967	5.315	4.974	77	799	567
Total de origen (a+b+c)	22.444	4.345	2.874	51	385	198
Total de destino (a+b+d)	23.554	3.834	3.552	50	793	421
Intramunicipal (a)	4.284	891	124	12	26	10
Intermunicipal intrarregional (b)	12.746	1.973	1.329	12	353	43
Interregional (c+d)	11.937	2.451	3.521	52	420	514
Expedido (c)	5.413	1.481	1.422	27	6	146
Recibido (d)	6.524	970	2.099	26	414	369

Productos metalúrgicos	Minerales y materiales para construcción	Abonos	Productos químicos	Máquinas, vehículos, objetos manufacturados	Comunidad Autónoma y tipo de desplazamiento
					Extremadura
980	12.595	454	518	2.690	Total transportado (a+b+c+d)
699	11.627	180	327	1.758	Total de origen (a+b+c)
398	11.997	449	278	1.783	Total de destino (a+b+d)
7	3.114	.	16	83	Intramunicipal (a)
109	7.915	175	71	768	Intermunicipal intrarregional (b)
863	1.566	279	431	1.839	Interregional (c+d)
582	598	5	240	907	Expedido (c)
281	968	274	191	932	Recibido (d)

Fuente: Encuesta Permanente del Transporte de Mercancías por Carretera. (EPTMC). Año 2013

Para el caso del transporte internacional, no se utiliza la base de datos de la **EPTMC 2013**, ya que se considera de una mayor utilidad el **Observatorio Transfronterizo España-Portugal**.[82]

- ***Datos de Tráficos Ferroviarios de Renfe y de Operadores Privados. Año 2013***

Esta base de datos incluye los tráficos ferroviarios nacionales e internacionales realizados por Renfe Operadora y operadores privados en el año 2013, analizando los tráficos realizados por los operadores, mediante bases de datos que se estructuran diferenciando el tráfico nacional, del tráfico internacional, y siempre considerando sus dos tipologías de transporte (vagón convencional e intermodal) de manera que se generan cuatro segmentaciones.

Para el cálculo de la movilidad futura de las mercancías en el ámbito nacional, se ha realizado un análisis basado en un modelo que relaciona el crecimiento de la movilidad de la carretera (modo del que se deducen las trasferencias modales al ferrocarril) en función de la evolución del PIB nacional, por ser una variable macroeconómica que alcanza altas correlaciones con dicha movilidad.

[82] Observatorio Transfronterizo España-Portugal (OTEP) 2013

- ***Proyecto Hermes "de la tierra a la mesa". Creación de oficina técnica para la gestión y coordinación grupal de mercancías de Extremadura***

El **proyecto Hermes**[83] ha tratado de identificar en primer lugar el volumen de exportaciones de Extremadura principalmente de vino, aceite y tomate y en segundo lugar determinar el estado actual y las posibilidades del transporte por ferrocarril en Extremadura, para (tras demostrar que es viable, rentable y competitivo el transporte por ferrocarril), crear una oficina de gestión logística que coordine todas esas salidas de mercancías por ferrocarril.

Como conclusiones del proyecto Hermes, se ha detectado que sigue siendo un obstáculo para el transporte por ferrocarril que las empresas extremeñas deban asumir el retorno de los contenedores vacíos, de modo que en el **proyecto Optifer**, trata de complementar las acciones ya emprendidas con el proyecto Hermes y cerrar el círculo del transporte de mercancías en Extremadura: entradas y salidas coordinadas para hacer más atractivo a los operadores logísticos la explotación del ferrocarril en Extremadura.

- ***Proyecto Optifer. Optimización de las entradas y salidas de mercancías en Extremadura mediante el fomento del transporte por ferrocarril***

El **proyecto Optifer**[84] busca el objetivo de optimizar las entradas y salidas de mercancías en Extremadura mediante el fomento del transporte por ferrocarril y complementar la otra mitad restante del proyecto Hermes respecto a las importaciones.

Una vez se disponga de esta información, y partiendo del conocimiento del transporte por ferrocarril del que se informa el **proyecto Hermes**, se puede cerrar el círculo de las salidas y entradas de mercancías en la región extremeña, diseñando una solución que permita combinar esta información para optimizar los costes del transporte por ferrocarril y hacerlo todavía más atractivo al empresariado extremeño.

Fotografía 306. Tren de amoniaco entrando en la estación de Cabeza del Buey. Badajoz

Fuente: Antonio E. Martín Miranda

[83] Cluster del Envase, Transporte, Logística y Mercancías de Extremadura (Acenvex) Y Centro Tecnologico Industrial De Extremadura (Cetiex).2013

[84] Cluster del Envase, Transporte, Logística y Mercancías de Extremadura (Acenvex) Y Centro Tecnologico Industrial De Extremadura (Cetiex).2014

A través de una regresión que toma como variable independiente la variación del PIB real y como variable dependiente el volumen de tráfico interregional nacional (ámbito más susceptible de ser utilizado por el ferrocarril) de mercancías por carretera en toneladas –kilómetro[85], se han obtenido los coeficientes necesarios para realizar un pronóstico sobre la evolución del volumen de tráfico interregional de 2009 hasta 2021, en base a una regresión lineal, que es lo que con un mayor coeficiente de correlación se ajusta a estas variables.[86]

4.4.2.- Metodología del modelo de redistribución modal

En este apartado se pretenden determinar los escenarios de transferencia potencial entre la carretera y el ferrocarril. Para ello, se analizan datos de demanda referentes al año 2013 de estos dos modos de transporte tanto en el ámbito regional como el nacional e internacional.

En relación al ferrocarril, se analiza la metodología de los modelos de redistribución modal aplicados sobre los datos relativos al transporte ferroviario de mercancías tanto en la técnica de vagón convencional, como de transporte intermodal ferroviario.

Hay que tener en cuenta que el presente estudio se realiza para un grupo de mercancías, que se entiende que son las más susceptibles de ser captadas por el ferrocarril. Para ello, se ha homogeneizado la estructura de las bases de datos utilizadas[87] con el fin de que las comparaciones sean lo más reales posibles, sin embargo no existe una correspondencia exacta producto a producto, lo que condiciona este análisis a la elaboración de unos grupos generales de mercancías de los cuales se extraerán los que mejor convengan en cada caso.

Tabla 100. Cantidades de mercancías transportadas por carretera (miles t) según tipo de desplazamiento en Extremadura (2013)

Intrarregional			
Año	**Total**	**Intra-municipal**	**Inter-municipal**
2013	17.031	4.284	12.746
Interregional			
Año	**Total**	**Recibido de otras CCAA**	**Expedido a otras CCAA**
2013	11.937	6.524	5.413
Internacional			
Año	**Total**	**Recibido**	**Expedido**
2013	961	452	509
TOTAL 2013	**29.929**		

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento

[85] Encuesta Permanente de Mercancías por Carretera, para el periodo 1997–2013.

[86] Los datos utilizados como variable independiente se refiere a la serie histórica del PIB real del INE, de 1997 hasta 2010. Mientras las previsiones del PIB (utilizadas para el cálculo de la proyección del crecimiento de la movilidad de mercancías) son las estimadas por AFI (Analistas Financieros Internacionales).

[87] EPTMC 2013, Hermes, Optifer, Base de Datos de Renfe y Operadores Privados 2013.

Con el fin de conocer cuáles son los posibles tráficos captables por el ferrocarril se ha realizado un proceso de aplicación de "**filtros**", en cada una de las técnicas de transporte ferroviario, los cuales consiguen minorar los volúmenes de mercancías en función de diversos parámetros considerados como necesarios para que el trasvase se lleve a cabo.

La metodología seguida para la aplicación de estos filtros es la empleada por el Ministerio de Fomento[88] . Estos filtros se diferencian según el ámbito geográfico y la técnica de transporte ferroviario en:

- **Transporte en vagón convencional y ámbito nacional**
- **Transporte intermodal y ámbito nacional**
- **Transporte internacional**

Fotografía 307. Carbonero cerca de la estación de cabeza del Buey. Badajoz

Fuente: Javier Rubio

[88] Véase apartado 4.3 "*Plan Estratégico para el impulso del transporte Ferroviario de Mercancías en España*".

Fotografía 308. Tren de amoniaco de Comboios de Portugal en la estación de Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

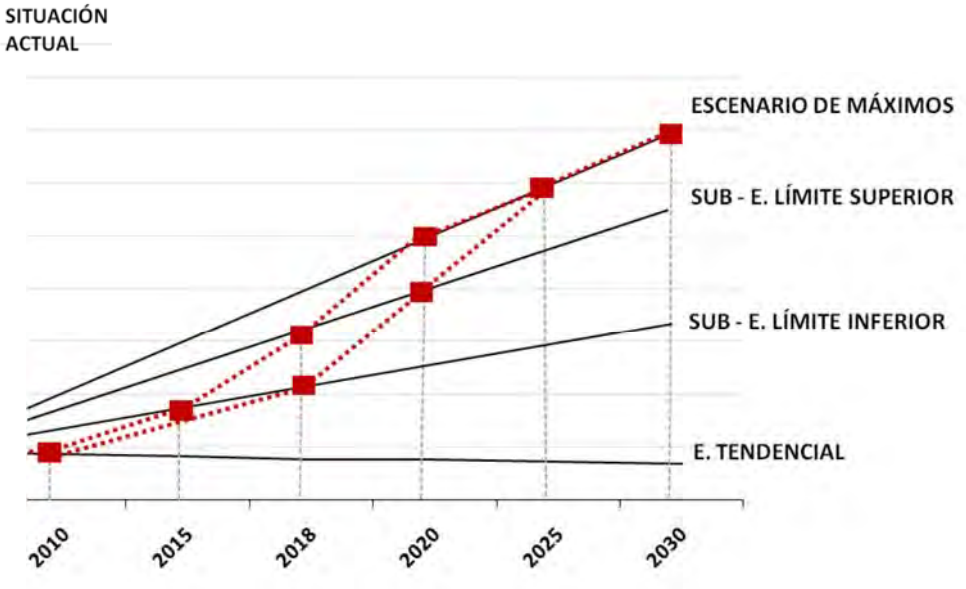
Fotografía 309- Carbonero cerca de Cabeza del Buey. Badajoz

Fuente: Alejandro Vozmediano

4.4.3.- Prognosis de tráficos. Demanda futura

A continuación, se realiza una **síntesis de los escenarios calculados a nivel nacional** en el modelo de redistribución modal de manera que se fija una evolución en los mismos de una forma progresiva. Se han elaborado las evoluciones de los tráficos en base a una horquilla de aproximación, de manera que hasta el año 2025 la evolución no se espera que se adapte completamente a ningún escenario en concreto sino que se situé entre diversos valores de estimación. Esta horquilla de aproximación queda delimitada en la parte superior por un crecimiento de los tráficos captables por el ferrocarril más rápidos que en la parte inferior. La evolución y el paso de un escenario a otro definidos y calculados anteriormente es la siguiente:

Gráfico 248 Síntesis de escenarios de demanda



Fuente: Universidad de Extremadura

El análisis de escenarios pretende establecer cuál puede ser la evolución de la demanda de transporte de mercancías, y cuáles pueden ser los efectos de dicha evolución sobre la trasferencia modal.

Para el análisis de la situación futura del transporte de mercancías y el establecimiento de distintos escenarios se utilizarán fundamentalmente dos criterios:

– **Estimación Tendencial de la demanda de transporte en base a crecimientos históricos.**

– **Formulación de distintos escenarios de crecimiento del mercado del transporte para todos los modos en relación a indicadores económicos** (PIB, IPC, VAB, Balanza comercial: importaciones/exportaciones, Precio del gasóleo), Indicadores sociales (tasa de desempleo).

Gráfico 249. Indicadores Socio-económicos

Fuente: Universidad de Extremadura

Finalmente con estos parámetros e indicadores se considera para el escenario tendencial unos crecimientos anuales de las mercancías por corredor de:

– Año 1 (2017): 2,0% de crecimiento interanual
– Año 2 (2018): 2,3%
– Año 3 (2019): 2,5%
– Año 4 (2020): 3,5%
– Año 5 (2021): 5%

A parte del proceso descrito anteriormente, es necesario considerar para el año de la puesta en servicio del Cofemanex (2017) las siguientes hipótesis:

– Cofemanex acondicionado y dedicado al transporte de mercancías.

– Política Comercial mucho más agresiva en los Operadores de Transporte de mercancías.
– Puerto de Sines cumple con sus previsiones de tráfico. (1,7 MTEUs en 2016)
– Mejora de la red ferroviaria Portuguesa en el tramo Sines-Badajoz (año 2019).

Como resultado final de la prognosis de la demanda se concluye que la mercancía captable por el Cofemanex es la siguiente:

Tabla 101. Prognosis de la demanda del Cofemanex (2017-2021)

TONELADAS	2017	2018	2019	2020	2021
Origen-Destino Extremadura	*1.163.940*	*1.190.711*	*1.220.478*	*1.263.195*	*1.326.355*
Operaciones en tránsito (1)	*1.225.588*	*1.253.776*	*1.931.745*	*1.999.356*	*2.099.324*
Total	***2.389.528***	***2.444.487***	***3.152.223***	***3.262.551***	***3.425.679***

(1)Origen y Destino fuera de Extremadura

Fuente: Universidad de Extremadura

En la prognosis de la demanda se producen dos saltos destacados: 2017 y 2019.

El incremento del año 2017 sobre la demanda actual se debe a las mejoras planteadas en el Cofemanex. El salto producido en el año 2019 se debe a la entrada en funcionamiento de la línea de altas prestaciones mixta del corredor portugués, lo cual, facilitará la entrada/salida de mercancía procedente del puerto de Sines.

Finalmente, se muestra tomando como año de referencia el 2019, el reparto porcentual por modos: Ferrocarril (mercancía ferroviaria), Carretera (mercancía captada del modo carretera) y Sines (mercancía proveniente del Puerto) de la prognosis de demanda obtenida:

Tabla 102. Distribución modal de la Prognosis de Demanda. Año 2019

	MODO	%
O/D	Ferrocarril	32
	Carretera	68
Tránsito	Ferrocarril	10
	Carretera	53
	Sines	37
Total	Ferrocarril	19
	Carretera	59
	Sines	22

Fuente: Universidad de Extremadura

De la tabla anterior se puede concluir que la mayor parte del tráfico ferroviario esperado en 2019 va a ser debido al tránsito de carretera a ferrocarril. De las 3.152.223 t previstas para ese año, el 59 % procede del tránsito de la carretera es decir 1.859.812 t.

En el año 2013 en Extremadura se han movido por carretera 29.928.310 t[89], por tanto, si no se le añade el incremento esperado para el año 2019, esto supondrá un 6,21 % del volumen total movido. **Este porcentaje está por debajo del escenario de mínimos previstos por el Ministerio del Fomento[90] para el año 2020 que lo cuantifica en un 8,03 %. (10,32% en el escenario de máximos).**

Estos porcentajes reflejan que la prognosis realizada es más conservadora que la llevada a cabo por el Ministerio de Fomento y pudiera ser que en el año 2019 estas cantidades fueran aún mayores, lo que aumentaría las necesidades de la puesta en servicio del Cofemanex.

Fotografía 310. Carbonero cerca de Almorchón. Badajoz

Fuente: Alejandro Vozmediano

[89] Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento

[90] Véase apartado 4.3 “Plan Estratégico para el impulso del transporte Ferroviario de Mercancías en España”.

Fotografía 311. Carbonero saliendo del túnel de Las Cabras. Badajoz

Fuente: Alejandro Martín Medina

4.4.4.- Conclusiones de la demanda potencial del Cofemanex

Los estudios de transporte de mercancías realizados en el Cofemanex estiman que las mercancías captables por el corredor en el periodo 2017-2021 tendrán dos saltos destacados: en el año 2017 debido a la puesta en servicio del Cofemanex y en 2019, por la entrada en funcionamiento de la línea de altas prestaciones mixta del corredor portugués Sines-Caia.

Los valores totales de mercancías movidas por ferrocarril para 2017 se prevén de 2.389.528 t, y para 2019 de 3.152.223 t.

Además los estudios estiman que la mayor parte del tráfico ferroviario esperado en 2019 va a ser debido al tránsito de carretera a ferrocarril. De las 3.152.223 t previstas para ese año, el 59 % procederá del tránsito de la carretera es decir 1.859.812 t.

En el año 2013 en Extremadura se han movido por carretera 29.928.310 t, por tanto, si no se le añade el incremento esperado para el año 2019, esto supondrá un 6,21 % del volumen total movido.

Los estudios del Ministerio de Fomento[91] marcan como captables un 15% de las mercancías que se transportan actualmente por carretera para el vagón convencional y un 11% para el vagón plataforma (intermodal). Por otro lado la prognosis de crecimiento prevista para el año 2020 según estos estudios, marcan escenarios de tránsito de la carretera al ferrocarril de 8,03% mínimo y de 10,33 % máximo.

Por tanto el 6,21% estimado en el Cofemanex, refleja que la prognosis de mercancías realizada es más conservadora que la llevada a cabo por el Ministerio de Fomento. Esto significa que para el año 2019 pudiera existir un volumen mayor de mercancías en el Cofemanex, lo que aumentaría aún más la necesidad de su puesta en servicio.

[91] Véase apartado 4.3 “Plan Estratégico para el impulso del Transporte Ferroviario de Mercancías en España”.

Fotografía 312. Trenes carbonero y chatarrero cruzándose en la estación de Almorchón. Badajoz

Fuente: Javier Rubio

Fotografía 313. Tren de amoniaco perteneciente a Comboios de Portugal en la estación de Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

4.5.- CAPACIDAD DEL COFEMANEX

Adif y Renfe Operadora disponen de un Manual de Capacidad de todas las líneas de la RFIG. **El Manual de Capacidades (MC)**, recoge los datos específicos de cada línea de la Red, tramo a tramo, que es necesario considerar para la solicitud de capacidades; en particular detalla los cupos de surcos previstos por el ADIF para cada tipología de tráfico.

Estos cupos son datos orientativos ya que la capacidad final de cada línea está muy influenciada por las características técnicas, paradas, cargas, etc. de los trenes que circulan por ella.

Además informa sobre aquellas restricciones de tráfico que pudiesen existir para poder acceder a cada una de las líneas que componen la red del ADIF. El documento también incluye información sobre el equipamiento de cada una de las líneas, el equipamiento exigible a los trenes para circular por ellas, así como el intervalo de Banda de Mantenimiento correspondiente al horario de servicio en vigor.

En este manual se estudian los servicios prestados tanto a viajeros como al transporte de mercancías y se proponen los parámetros bajo los cuales se considera debe ser medida la eficiencia del servicio, teniendo en cuenta la separación entre los Operadores y los Gestores de la Infraestructura. La calidad del servicio va a depender principalmente del funcionamiento coherente de ambas organizaciones.

La liberalización del sector ferroviario va a requerir disponer y proporcionar la mayor “capacidad de transporte” posible. Esta “capacidad de transporte” se convierte en:

– “**Surcos**” disponibles por los gestores de las infraestructuras en sus líneas a los operadores ferroviarios

– “**Capacidad (plazas/tren)**” y Aprovechamiento (viajeros-km/plazas-km) de los trenes por los viajeros para los operadores (EEFF, Empresas Ferroviarias)

El parámetro esencial de diseño de una red ferroviaria en su conjunto debe ser el “**número de trenes por hora**”. Una línea no debe empezarse a construir sin haberse definido los flujos de viajeros a transportar en un momento inicial y su previsible evolución inducida en el transcurso de 25 años. Es decir, el número de trenes por hora que potencialmente puedan circular por la línea.

Dentro de la perspectiva de la eminente liberalización del sector, hay que cuestionarse varios temas para conocer la situación actual y es necesario hacerlo también para cubrir las necesidades futuras.

Fotografía 314. Dresina de Vía y Obras de Adif en el Cofemanex

Fuente: Alejandro Vozmediano

- ***Desde el punto de vista del Gestor de Infraestructura***

¿Cuál es la máxima capacidad teórica con la que han sido diseñadas las diferentes líneas?

¿Cuál es la capacidad real, n.º trenes/hora, que hoy está siendo utilizada en los diferentes servicios de viajeros de Larga Distancia, Cercanías y Medias Distancias y de Mercancías?

¿Cuál es la máxima capacidad real, en número de trenes/hora (surcos), que ADIF tiene establecida en sus diferentes líneas y que puede ofrecer a los Operadores (Empresas Ferroviarias) (cupos)?

¿Qué se tiene que hacer para mejorar dicha capacidad máxima?

¿Qué se tiene que hacer para que sean más atractivos los servicios ferroviarios al potencial usuario?

- ***Desde el punto de vista de los Operadores o Servicios de viajeros***

¿Cuál es la oferta de los operadores (EEFF), en estos momentos únicamente Renfe-Operadora, para viajeros?

¿Cuál es la ocupación de los trenes circulando?

¿Qué hay que hacer, de forma realista y pragmática, para incrementar la utilización de los trenes por los viajeros?

- ***Transporte de mercancías***

¿Cómo es la circulación de los trenes de mercancías?

¿Qué piden los operadores de los trenes de mercancías?

¿Qué piden los usuarios de los trenes de mercancías?

Los Servicios Ferroviarios que actualmente se están ofreciendo están claramente enfocados al viajero y se ha descuidado el transporte de mercancías. El transporte de mercancías supone un objetivo importante a nivel europeo y debe serlo con mayor motivo para España. Su mejora permitirá descongestionar las carreteras y reducir las emisiones nocivas.

Fotografía 315. Bateadora/perfiladora en cabeza del Buey

Fuente: Javier Rubio

- ***Transporte de viajeros***

El viajero demanda una disponibilidad de trenes de acuerdo con sus necesidades. Esta disponibilidad se traduce principalmente en una frecuencia de trenes, especialmente en horas punta. Es decir, en la capacidad de las líneas para circular trenes.

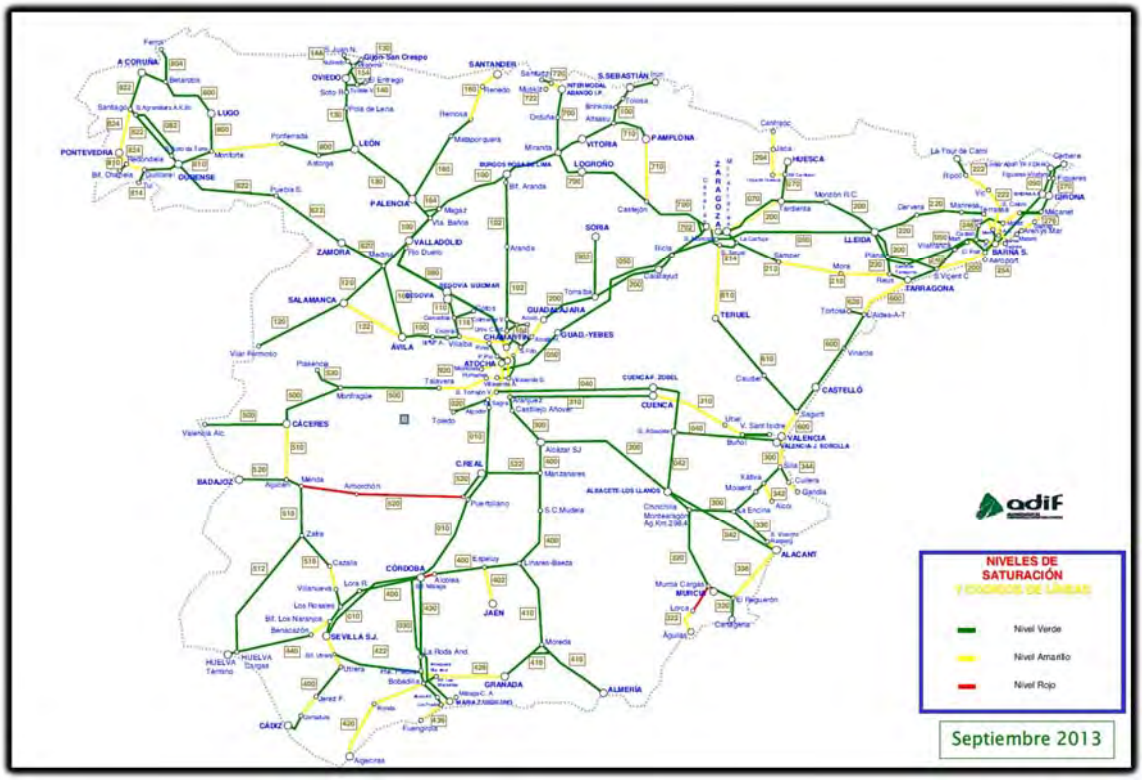
¿Cuál es la capacidad real, n.º trenes/hora, que hoy está siendo utilizada en los diferentes servicios de viajeros de Larga Distancia, Cercanías y Medias Distancias y de Mercancías?

¿Cuál es la máxima capacidad real, en número de trenes/hora (surcos), que ADIF tiene instalada en sus diferentes redes y que puede ofrecer a los Operadores (Empresas Ferroviarias) (cupos de los surcos)?

ADIF publica su **Manual de Capacidades** en el que se analizan las características de cada línea por tramos homogéneos, los cupos de surcos por tipo de tráfico así como el tráfico real (práctico) programado.

Este documento constituye un modelo-guía de programación a disposición de los operadores. Posiblemente es único en Europa, de gran calidad, siendo un documento básico y fundamental para la circulación de trenes de diferentes operadores.

Gráfico 250. Niveles de saturación de las líneas RFIG



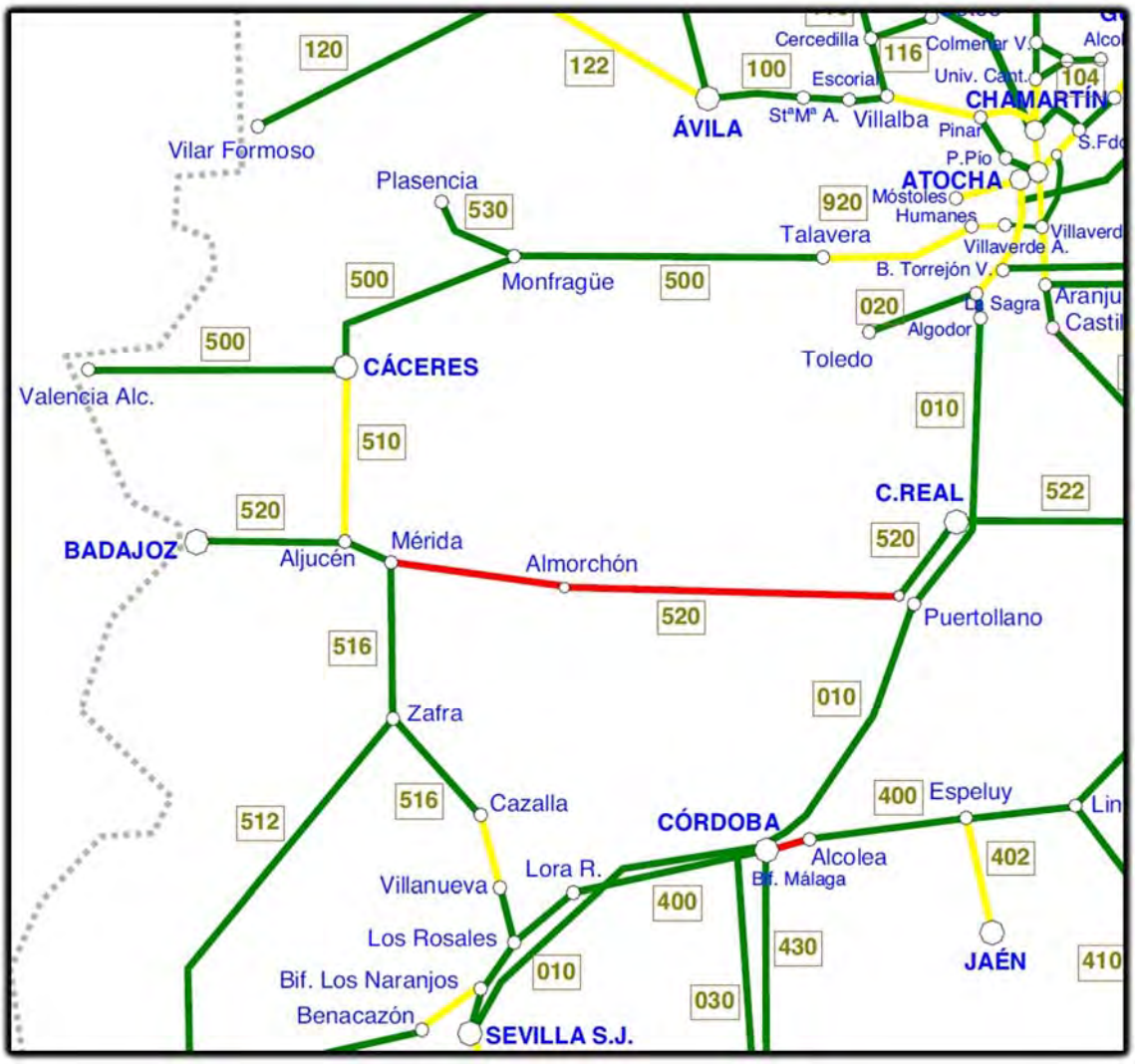
Fuente: Adif

De acuerdo con la planificación real (práctica) máxima establecida en este documento y la ocupación real (práctica) existente, es fácil deducir que las líneas de la RFIG de Adif no están saturadas de tráfico.

En el gráfico anterior, el **color verde** indica un nivel de saturación inferior al 50% y no presenta problemas. El **color amarillo** representa los niveles de saturación entre el 50% y 80 %, por tanto presenta problemas puntuales de saturación. El **color rojo** representa niveles de saturación superiores al 80%, lo que represente problemas continuos de saturación.

Si se hace una ampliación en la zona del Cofemanex se obtiene el siguiente mapa:

Gráfico 251. Nivel de saturación de las líneas RFIG de Adif, ampliado en el Cofemanex



Fuente: Adif

En el gráfico anterior se puede observar que el **tramo Mérida-Puertollano del Cofemanex está representado en color rojo. Como se ha mencionado anteriormente, el color rojo en las fichas de capacidades, marca una ocupación igual o superior al 80% de su valor máximo. Este indica que la línea Mérida-Puertollano tiene problemas sistemáticos de saturación.**

Los problemas de saturación del Cofemanex son debidos principalmente a las limitaciones que el sistema de bloqueo telefónico y señalización mecánica establecen en esos trayectos.

En la RFIG de Adif muy pocas líneas tienen estos problemas, sólo el tramo Mérida-Puertollano del Cofemanex y un pequeño tramo en la provincia de Córdoba.

El Manual de Capacidad (MC) se estructura a través de fichas. Estas fichas de capacidad representan el número de ocupaciones que se tienen en la línea en proporción con el valor máximo que en función de las características de la línea se pueden producir.

Cada ficha se refiere a una sección de línea y contiene la siguiente información:

– Nombre y numeración de la línea a efectos del CVM
– Nombre de la sección de línea
– Vigencia de la ficha
– Clasificación de la línea a efectos de canon de uso de la infraestructura
– Longitud de la sección de línea (en kilómetros)
– Equipamiento obligatorio por razones de explotación que debe llevar el tren para poder circular por dicha línea (no confundir con el equipamiento de la línea)
  - Tren Tierra (radiotelefonía analógica)
  - GSM-R
  - ASFA
  - LZB (o STM-LZB)
  - ERTMS nivel 1
  - ERTMS nivel 2
  - ATP

En caso de incidencia o situaciones singulares, la Delegación de Circulación (DC) o el Puesto de Mando (PM) determinarán las normas reglamentarias a aplicar en cada caso.

Fotografía 316. R-598 entrando en la estación de Almorchón. Badajoz

Fuente: Alejandro Vozmediano

– Características de la línea: vía doble o única, electrificada o no electrificada, etc... Si no se indica nada, es de ancho ibérico.
– Tipo de Bloqueo
  - Bloqueo Automático (BA)
  - Bloqueo Automático Banalizado (BAB)
  - Bloqueo de Control Automático (BCA)

- Bloqueo de Liberación Automática (BLA)
- Bloqueo de Liberación Automática
- Banalizado (BLAB)
- Bloqueo Eléctrico Manual (BEM)
- Bloqueo Telefónico (BT)
- Control de Circulación por Radio (CCR)
- Bloqueo de Señalización Luminosa (BSL)

– Banda de Mantenimiento. Se indica el intervalo por la reserva de capacidad para trabajos de mantenimiento en la vía (entre 3 y 5 horas), también se indica en algunos casos si se permite el paso de algún tren en este intervalo

– Condiciones específicas de acceso Eventuales restricciones de tráfico que pudiesen existir en esta sección de línea.

Fotografía 317. Cruce de carboneros en Cabeza del Buey. Badajoz

Fuente: Antonio E. Martín Miranda

– Cupos de surcos estimados por tipo de tráfico. Para cada uno de los sentidos y por periodos de tres horas. También se indica el modelo de asignación de surcos que se aplica; según se indica en la DR:

- ML Modelo Libre
- MIC Modelo Integral Cadenciado
- MIP Modelo Integral Pregrafiado
- BM Banda de Mantenimiento

Fotografía 318. Chatarrero cerca de Mérida. Badajoz

Fuente: Alejandro Martín Medina

– Tráfico real programado. Se refieren los datos de trenes programados en la estación significativa del tramo en un día concreto seleccionado como representativo (se considera un miércoles). Los trenes vienen especificados por operadores, cuyos códigos son los siguientes:

  - B: Traccion Rail Mercancías
  - C: Renfe Cercanías
  - G: Renfe Mercancías
  - I: Adif Mantenimiento Infraestructura
  - J: LOGITREN FERROVIARIA
  - L: Renfe Larga Distancia
  - O: Renfe Otros
  - P: Acciona Rail Services Merc.
  - R: Renfe Media Distancia
  - S: Comsa Rail Mercancías
  - T: Continental Rail Merc.
  - U: Adif Circulación

- Y: English Welsh & Scottish Merc.

– Nivel de saturación del tramo en cada periodo de tres horas.

– Tipo de servicio. Los 3 tipos de servicio previstos a efectos de cupos de surcos son:

- VLD: Servicios de viajeros de Larga Distancia
- VCR: Servicios de viajeros de Cercanías y Media Distancia
- Merc: Servicios de Mercancías.

Tabla 103. Ficha del Manual de Capacidad de Adif. Tramo Puertollano-Almorchón

adif ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

Línea:	520 CIUDAD REAL - BADAJOZ
Tramo:	PUERTOLLANO - ALMORCHON
Vigencia:	30/06/2010

Características :	Clasif.	C1	Kilómetros	118
Equip. trenes	☐ Tren Tierra ☐ GSM-R ☐ Asfa ☐ LZB ☐ Ertms 1 ☐ Ertms 2 ☐ Atp			
Descripción	Vía única no electrificada.			
Bloqueo	BT			
B Mantenimto	De 1:00h a 4:00h.			
Condiciones de Acceso				

Cupos de surcos por tipo de tráfico :

Sentido : ALMORCHON

	0-3 h	3-6 h	6-9 h	9-12 h	12-15 h	15-18 h	18-21 h	21-24 h	Tot
Mod	BM	BM	ML	ML	ML	ML	ML	ML	-
VLD	0	0	0	0	0	1	1	0	2
VCR	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Merc	0	0	1	1	1	0	0	0	3
Tot	0	0	1	2	1	1	1	0	6

Sentido : PUERTOLLANO

	0-3 h	3-6 h	6-9 h	9-12 h	12-15 h	15-18 h	18-21 h	21-24 h	Tot
Mod	BM	BM	ML	ML	ML	ML	ML	ML	-
VLD	0	0	0	1	0	0	0	0	1
VCR	0	0	0	0	0	1	1	0	2
Merc	0	0	0	0	1	0	0	1	2
Tot	0	0	0	1	1	1	1	1	5

Tráfico real programado: [Estación de referencia: BRAZATORTAS-VER 23/12/2010 (J)]

Sentido : ALMORCHON

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Tot
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Tot	0			0			0			1			1			2			0			0			4
NSat	- %			- %			0 %			50 %			100 %			200 %			0 %			- %			67

Sentido : PUERTOLLANO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Tot
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
Tot	0			0			0			1			0			1			1			0			3
NSat	- %			- %			- %			100 %			0 %			100 %			100 %			0 %			60

Fuente: Adif

Tabla 104. Ficha del Manual de Capacidad de Adif. Tramo Almorchón-Mérida

adif
ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

Línea:	520 CIUDAD REAL - BADAJOZ
Tramo:	ALMORCHON - MERIDA
Vigencia:	30/06/2010

Caracteristicas :		Clasif.	C1	Kilómetros	121
Equip. trenes	☐ Tren Tierra ☐ GSM-R ☐ Asfa ☐ LZB ☐ Ertms 1 ☐ Ertms 2 ☐ Atp				
Descripción	Vía única no electrificada.				
Bloqueo	BT de Almorchón a Villanueva de la Serena. BLAU con CTC de Villanueva de la Serena a Mérida.				
B Mantenimto	De 2:00h a 5:00h.				
Condiciones de Acceso	Asfa de Castuera a Mérida. Tren Tierra de Villanueva de la Serena a Mérida.				

Cupos de surcos por tipo de tráfico :

Sentido : MERIDA

	0-3 h	3-6 h	6-9 h	9-12 h	12-15 h	15-18 h	18-21 h	21-24 h	Tot
Mod	BM	BM	ML	ML	ML	ML	ML	ML	-
VLD	0	0	0	0	0	0	1	0	1
VCR	0	0	1	0	1	0	0	1	3
Merc	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Tot	0	0	1	1	1	1	1	1	6

Sentido : ALMORCHON

	0-3 h	3-6 h	6-9 h	9-12 h	12-15 h	15-18 h	18-21 h	21-24 h	Tot
Mod	BM	BM	ML	ML	ML	ML	ML	ML	-
VLD	0	0	1	0	0	0	0	0	1
VCR	0	0	0	0	1	0	1	1	3
Merc	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Tot	0	0	1	1	1	1	1	1	6

Tráfico real programado: [Estación de referencia: VILLANUEVA SERN 23/12/2010 (J)]

Sentido : MERIDA

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Tot
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
R	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Tot	0			0			1			0			1			1			2			0			5
NSat	- %			- %			100 %			0 %			100 %			100 %			200 %			0 %			83

Sentido : ALMORCHON

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Tot
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3
Tot	0			0			1			0			1			1			0			1			4
NSat	- %			- %			100 %			0 %			100 %			100 %			0 %			100 %			67

Fuente: Adif

Tabla 105. Ficha del Manual de Capacidad de Adif. Tramo Mérida-Aljucén

adif
ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

Línea:	520 CIUDAD REAL - BADAJOZ
Tramo:	MERIDA - ALJUCEN
Vigencia:	30/06/2010

Características :	Clasif.	C1	Kilómetros	6.1

Equip. trenes	☑ Tren Tierra ☐ GSM-R ☑ Asfa ☐ LZB ☐ Ertms 1 ☐ Ertms 2 ☐ Atp
Descripción	Vía única no electrificada.
Bloqueo	BAU con CTC
B Mantenimto	De 2:00h a 5:00h.
Condiciones de Acceso	

Cupos de surcos por tipo de tráfico :

Sentido : ALJUCEN

	0-3 h	3-6 h	6-9 h	9-12 h	12-15 h	15-18 h	18-21 h	21-24 h	Tot
Mod	BM	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	-
VLD	0	0	3	3	3	3	3	3	18
VCR	0	0	4	4	4	4	4	4	24
Merc	0	0	1	1	1	1	1	1	6
Tot	0	0	8	8	8	8	8	8	48

Sentido : MERIDA

	0-3 h	3-6 h	6-9 h	9-12 h	12-15 h	15-18 h	18-21 h	21-24 h	Tot
Mod	BM	BM	ML	ML	ML	ML	ML	ML	-
VLD	1	0	3	3	3	3	3	3	19
VCR	0	0	4	4	4	4	4	4	24
Merc	0	0	1	1	1	1	1	1	6
Tot	1	0	8	8	8	8	8	8	49

Tráfico real programado: [Estación de referencia: ALJUCEN 23/12/2010 (J)]

Sentido : ALJUCEN

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Tot
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
L	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	1	11
Tot	0			0			4			0			5			0			3			1			13
NSat	- %			- %			50 %			0 %			63 %			0 %			38 %			13 %			27

Sentido : MERIDA

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Tot
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
R	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	2	1	0	0	11
Tot	0			1			2			3			1			2			2			2			13
NSat	0 %			- %			25 %			38 %			13 %			25 %			25 %			25 %			27

Fuente: Adif

Tabla 106. Ficha del Manual de Capacidad de Adif. Tramo Aljucén-Badajoz

adif
ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

Línea:	520 CIUDAD REAL - BADAJOZ
Tramo:	ALJUCEN - BADAJOZ
Vigencia:	30/06/2010

Características :		**Clasif.**	C1	**Kilómetros**	59.9
Equip. trenes	☑ Tren Tierra ☐ GSM-R ☑ Asfa ☐ LZB ☐ Ertms 1 ☐ Ertms 2 ☐ Atp				
Descripción	Vía única no electrificada.				
Bloqueo	BAU con CTC				
B Mantenimto	De 2:00h a 5:00h.				
Condiciones de Acceso					

Cupos de surcos por tipo de tráfico :

Sentido : BADAJOZ

	0-3 h	3-6 h	6-9 h	9-12 h	12-15 h	15-18 h	18-21 h	21-24 h	Tot
Mod	BM	BM	ML	ML	ML	ML	ML	ML	-
VLD	1	0	2	2	2	2	2	2	13
VCR	2	1	4	4	4	4	4	4	27
Merc	1	1	2	2	2	2	2	2	14
Tot	4	2	8	8	8	8	8	8	54

Sentido : ALJUCEN

	0-3 h	3-6 h	6-9 h	9-12 h	12-15 h	15-18 h	18-21 h	21-24 h	Tot
Mod	BM	BM	ML	ML	ML	ML	ML	ML	-
VLD	1	0	2	2	2	2	2	2	13
VCR	2	1	4	4	4	4	4	4	27
Merc	1	1	2	2	2	2	2	2	14
Tot	4	2	8	8	8	8	8	8	54

Tráfico real programado: **[Estación de referencia: MONTIJO 23/12/2010 (J)]**

Sentido : BADAJOZ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Tot
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
R	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	5
Tot	0			0			1			2			0			1			1			2			7
NSat	0 %			0 %			13 %			25 %			0 %			13 %			13 %			25 %			13

Sentido : ALJUCEN

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Tot
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
L	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
Tot	0			0			3			0			3			0			1			0			7
NSat	0 %			0 %			38 %			0 %			38 %			0 %			13 %			0 %			13

Fuente: Adif

4.5.1.- Conclusiones de la capacidad existente en el Cofemanex

La señalización mecánica y el bloqueo telefónico existente en gran parte del Cofemanex, hace que sus líneas estén ocupadas por encima del 80 % de su capacidad máxima por lo que se producen problemas sistemáticos de saturación.

Fotografía 319. Cruce del R-598 de pasajeros y el tren de amoniaco en Almorchón. Badajoz

Fuente: Juan Sánchez

Tal y como se ha descrito en el apartado de señalización del Cofemanex, para poder descongestionar la línea e introducir el control necesario para la circulación de trenes de viajeros y mercancías que el Cofemanex demanda, es necesario sustituir el bloqueo telefónico existente entre Villanueva de la Serena y Brazatortas, y dotarlo de un bloqueo más moderno basado en pequeños tramos con contador de ejes (BLAU) como el que se tiene entre Mérida y Villanueva de la Serena o mejor aún con circuitos de vía (BAU) como el empleado con éxito entre Mérida y Badajoz.

Para garantizar la comunicación individual entre el tren y el puesto de mando se debe instalar también como mínimo el tren de tierra a lo largo de estos 161,5 km

La señalización mecánica existente debe irse reemplazando también por la que se emplea actualmente que es la luminosa.

Fotografía 320. Cruce del R-598 de pasajeros y el carbonero en Almorchón. Badajoz

Fuente: Juan Sánchez

4.6.- TRANSPORTE DE VIAJEROS POR FERROCARRIL EN EL COFEMANEX

Las circulaciones y tipos de convoy destinados al transporte de pasajeros el Cofemanex son los siguientes:

Tabla 107. Trenes de pasajeros en la línea Badajoz-Puertollano (ida).

Nº de tren	Tipo	Automotor	Origen	Destino	Días
18331	INTERCITY	R-598	BADAJOZ	PUERTOLLANO (ALCAZAR)	L-D
17197	INTERCITY	S-599	BADAJOZ	MADRID-CHAMARTIN	L-D
17801	REGIONAL EXPRES	R-598	BADAJOZ	VILLANUEVA SERENA	L-D
18777	REGIONAL EXPRES	R-598	BADAJOZ	PUERTOLLANO	L-D
17025	INTERCITY	S-599	BADAJOZ	MADRID-ATOCHA	L-V y D
17803	REGIONAL EXPRES	R-599	BADAJOZ	CABEZA BUEY	L-V y D
17805	REGIONAL EXPRES	R-598	MÉRIDA	VILLANUEVA DELA SERENA	L-V y D

Fuente: Renfe

Tabla 108. Trenes de pasajeros en la línea Badajoz – Puertollano (vuelta).

Nº de tren	Tipo	Automotor	Origen	Destino	Días
17806	REGIONAL EXPRES	R-598	VILLANUEVA DELA SERENA	BADAJOZ	L-V y D
17812	REGIONAL EXPRES	R-598	CABEZA BUEY	BADAJOZ	L-S
17014	REGIONAL EXPRES	S-599	MADRID-ATOCHA	BADAJOZ	L-S
18770	REGIONAL EXPRES	R-598	PUERTOLLANO	BADAJOZ	L-D
17810	REGIONAL EXPRES	R-598	VILLANUEVA DELA SERENA	BADAJOZ	L-V y D
17194	INTERCITY	S-599	MADRID-CHAMARTIN	BADAJOZ	L-D
18330	INTERCITY	R-598	PUERTOLLANO (ALCAZAR)	BADAJOZ	L-D

Fuente: Renfe

Más de 800.00 personas utilizaron el tren en la región a lo largo de 2014, lo que supone un incremento del seis por ciento respecto al ejercicio anterior[92]. Ese porcentaje supone dar continuidad a la tendencia al alza de los últimos años, que puede resumirse en un dato: "*el número de usuarios ha crecido un 33 por ciento en el último trienio".*

La cifra de viajeros de 2014 supone la cifra más alta de la última década.

El 67% del volumen total de viajeros se desarrolla a lo largo del corredor Madrid-Plasencia-Cáceres-Mérida-Badajoz. El 33% del volumen restante de viajeros se desarrolla a lo largo de los corredores Badajoz-Cabeza de Buey-Puertollano, Puertollano-Mérida-Zafra, Mérida-Sevilla y en servicios interiores entre Cáceres, Mérida y Badajoz. Estos servicios suelen tener pocos usuarios, generando un alto déficit de explotación.

[92] Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo. Gobex

Fotografía 321. Intercity 18331 de Badajoz-Puertollano en Cabeza del Buey. Badajoz

Fuente: Javier Rubio

Por ciudades, Mérida es la que registra mayor demanda. El año pasado, un total de 175.691 personas utilizaron los trenes de media distancia de Renfe con origen o destino la estación emeritense. En el caso de Cáceres, el número de viajeros ascendió a 149.551, y Badajoz superó los 103.000. En cuanto a los trayectos más demandados, el principal fue Madrid-Cáceres, que superó los 68.000 viajeros durante 2011. Le siguieron los desplazamientos entre Badajoz y Mérida (44.417 viajeros) y entre Cáceres y Mérida (37.378 viajeros).

Se adjuntan a continuación los horarios y paradas de cada uno de los servicios.

Tabla 109. Horarios Intercity 18331

ESTACIÓN	LLEGADA	SALIDA
BADAJOZ		**06.56**
MONTIJO-EL MOLINO	07.15	07.15
MONTIJO	07.18	07.19
GARROVILLA-LAS VEGAS	07.27	07.27
ALJUCEN	07.35	07.35
MERIDA	07.41	07.50
GUAREÑA	08.06	08.07
VALDETORRES	08.11	08.11
DON BENITO	08.21	08.22
VILLANUEVA DE LA SERENA	08.27	08.28
CAMPANARIO	08.39	08.40
CASTUERA	08.54	08.55
ALMORCHON	09.25	09.26
CABEZA DE BUEY	09.34	09.35
GUADALMEZ-LOS PEDROCHES	10.04	10.04
ALMADENEJOS-ALMADEN	10.26	10.27
BRAZATORTAS-VEREDAS	11.03	11.03
PUERTOLLANO	**11.17**	11.18

Fuente: Renfe Operadora

Tabla 110. Horarios Intercity 17197

ESTACIÓN	LLEGADA	SALIDA
BADAJOZ		**07.17**
MONTIJO	07.34	07.35
MERIDA	**07.53**	07.58
CACERES	08.51	08.54
CAÑAVERAL	09.27	09.28
MIRABEL	09.42	09.43
MONFRAGUE	09.53	09.54
NAVALMORAL DE LA MATA	10.19	10.20
OROPESA DE TOLEDO	10.35	10.36
TALAVERA DE LA REINA	10.55	10.56
TORRIJOS	11.25	11.26
LEGANES	12.10	12.11
MADRID - ATOCHA CERCANIAS	12.26	12.29
MADRID-CHAMARTIN	12.42	
Duracion del trayecto entre **BADAJOZ** y **MERIDA:** 36 min.		

Fuente: Renfe Operadora

Tabla 111. Horarios Regional Expres 17801

ESTACIÓN	LLEGADA	SALIDA
BADAJOZ		**12.20**
GUADIANA DEL CAUDILLO	12.35	12.36
MONTIJO-EL MOLINO	12.41	12.41
MONTIJO	12.44	12.44
GARROVILLA-LAS VEGAS	12.51	12.51
ALJUCEN	12.59	13.00
MERIDA	**13.06**	13.15
GUAREÑA	13.32	13.33
VALDETORRES	13.38	13.38
DON BENITO	13.48	13.49
VILLANUEVA DE LA SERENA	13.55	

Duracion del trayecto entre **BADAJOZ** y **MERIDA:** 46 min.

Fuente: Renfe Operadora

Fotografía 322. Regional Express 18.777 entrando en Almorchón. Badajoz

Fuente: Javier Rubio

Tabla 112. Horarios Regional Expres 18777

ESTACIÓN	LLEGADA	SALIDA
BADAJOZ		**14.20**
GUADIANA DEL CAUDILLO	14.34	14.34
MONTIJO-EL MOLINO	14.39	14.39
MONTIJO	14.42	14.43
GARROVILLA-LAS VEGAS	14.51	14.52
MERIDA	15.03	15.10
GUAREÑA	15.27	15.28
VALDETORRES	15.33	15.34
DON BENITO	15.45	15.46
VILLANUEVA DE LA SERENA	15.51	15.52
CAMPANARIO	16.02	16.02
CASTUERA	16.16	16.17
ALMORCHON	16.47	16.48
CABEZA DE BUEY	16.56	16.57
GUADALMEZ-LOS PEDROCHES	17.23	17.24
ALMADENEJOS-ALMADEN	17.46	17.47
BRAZATORTAS-VEREDAS	18.24	18.25
PUERTOLLANO	**18.40**	

Duracion del trayecto entre **BADAJOZ** y **PUERTOLLANO:** 4 h. y 20 min.

Fuente: Renfe Operadora

Tabla 113. Horarios Intercity 17025

ESTACIÓN	LLEGADA	SALIDA
BADAJOZ		**17.00**
MONTIJO	17.19	17.20
MERIDA	**17.38**	17.43
CACERES	18.35	18.37
CAÑAVERAL	19.08	19.08
CASAS DE MILLAN	19.13	19.13
MIRABEL	19.22	19.23
PLASENCIA	19.41	19.44
MONFRAGUE	19.58	19.59
CASATEJADA	20.19	20.19
NAVALMORAL DE LA MATA	20.26	20.27
OROPESA DE TOLEDO	20.43	20.44
TALAVERA DE LA REINA	21.02	21.03
MONTEARAGON	21.12	21.12
ERUSTES	21.23	21.23
TORRIJOS	21.33	21.34
ILLESCAS	21.55	21.56
FUENLABRADA	22.09	22.10
LEGANES	22.16	22.16
MADRID - ATOCHA CERCANIAS	22.32	

Duracion del trayecto entre **BADAJOZ** y **MERIDA:** 38 min.

Fuente: Renfe Operadora

Tabla 114. Horarios Regional Expres 17803

ESTACIÓN	LLEGADA	SALIDA
BADAJOZ		**20.00**
GUADIANA DEL CAUDILLO	20.14	20.15
MONTIJO-EL MOLINO	20.20	20.20
MONTIJO	20.23	20.24
GARROVILLA-LAS VEGAS	20.32	20.32
ALJUCEN	20.39	20.39
MERIDA	**20.44**	20.53
GUAREÑA	21.11	21.12
VALDETORRES	21.18	21.19
DON BENITO	21.30	21.31
VILLANUEVA DE LA SERENA	21.36	21.37
CAMPANARIO	21.47	21.47
CASTUERA	22.00	22.01
ALMORCHON	22.31	22.32
CABEZA DE BUEY	22.40	

Duracion del trayecto entre **BADAJOZ** y **MERIDA:** 44 min.

Fuente: Renfe Operadora

Tabla 115. Horarios Regional Expres 17805

ESTACIÓN	LLEGADA	SALIDA
MERIDA		**17.50**
GUAREÑA	18.08	18.09
VALDETORRES	18.14	18.15
DON BENITO	18.26	18.27
VILLANUEVA DE LA SERENA	**18.32**	

Duracion del trayecto entre **MERIDA** y **VILLANUEVA DE LA SERENA:** 42 min.

Fuente: Renfe Operadora

Tabla 116. Horarios Regional Expres 17806

ESTACIÓN	LLEGADA	SALIDA
VILLANUEVA DE LA SERENA		07.05
DON BENITO	07.09	07.10
VALDETORRES	07.22	07.22
GUAREÑA	07.27	07.27
MERIDA	07.45	**07.54**
ALJUCEN	08.00	08.00
GARROVILLA-LAS VEGAS	08.09	08.09
MONTIJO	08.16	08.17
MONTIJO-EL MOLINO	08.20	08.20
GUADIANA DEL CAUDILLO	08.24	08.25
BADAJOZ	**08.41**	

Duracion del trayecto entre **MERIDA** y **BADAJOZ:** 47 min.

Fuente: Renfe Operadora

Tabla 117. Horarios Regional Expres 17812

ESTACIÓN	LLEGADA	SALIDA
CABEZA DE BUEY		07.20
ALMORCHON	07.28	07.29
CASTUERA	07.59	08.00
CAMPANARIO	08.14	08.14
VILLANUEVA DE LA SERENA	08.24	08.25
DON BENITO	08.32	08.33
VALDETORRES	08.43	08.44
GUAREÑA	08.49	08.50
MERIDA	09.06	**09.08**
ALJUCEN	09.14	09.15
GARROVILLA-LAS VEGAS	09.22	09.22
MONTIJO	09.30	09.31
MONTIJO-EL MOLINO	09.34	09.34
GUADIANA DEL CAUDILLO	09.39	09.40
BADAJOZ	**09.58**	

Duracion del trayecto entre **MERIDA** y **BADAJOZ:** 50 min.

Fuente: Renfe Operadora

Tabla 118. Horarios Regional Expres 17014

ESTACIÓN	LLEGADA	SALIDA
MADRID - ATOCHA CERCANIAS		08.07
LEGANES	08.22	08.22
FUENLABRADA	08.29	08.30
ILLESCAS	08.44	08.44
TORRIJOS	09.08	09.08
TALAVERA DE LA REINA	09.36	09.37
OROPESA DE TOLEDO	09.59	10.00
NAVALMORAL DE LA MATA	10.15	10.16
CASATEJADA	10.29	10.30
MONFRAGUE	10.50	10.51
PLASENCIA	11.07	11.10
MIRABEL	11.30	11.31
CASAS DE MILLAN	11.40	11.41
CAÑAVERAL	11.45	11.46
CACERES	12.17	12.19
MERIDA	13.12	**13.15**
MONTIJO	13.36	13.37
BADAJOZ	**13.59**	

Duracion del trayecto entre **MERIDA** y **BADAJOZ:** 44 min.

Fuente: Renfe Operadora

Tabla 119. Horarios Regional Expres 17810

ESTACIÓN	LLEGADA	SALIDA
VILLANUEVA DE LA SERENA		16.50
DON BENITO	16.54	16.55
VALDETORRES	17.05	17.06
GUAREÑA	17.12	17.13
MERIDA	17.36	**17.46**
ALJUCEN	17.52	17.52
GARROVILLA-LAS VEGAS	17.58	17.58
MONTIJO	18.06	18.07
MONTIJO-EL MOLINO	18.10	18.10
GUADIANA DEL CAUDILLO	18.15	18.16
BADAJOZ	**18.34**	

Duracion del trayecto entre **MERIDA** y **BADAJOZ:** 48 min.

Fuente: Renfe Operadora

Tabla 120. Horarios Regional Expres 18770

ESTACIÓN	LLEGADA	SALIDA
PUERTOLLANO		**11.35**
BRAZATORTAS-VEREDAS	11.48	11.49
ALMADENEJOS-ALMADEN	12.26	12.27
GUADALMEZ-LOS PEDROCHES	12.49	12.50
CABEZA DE BUEY	13.14	13.15
ALMORCHON	13.22	13.23
CASTUERA	13.53	13.54
CAMPANARIO	14.06	14.06
VILLANUEVA DE LA SERENA	14.17	14.18
DON BENITO	14.23	14.24
VALDETORRES	14.36	14.37
GUAREÑA	14.43	14.44
MERIDA	15.05	15.14
MONTIJO	15.31	15.32
BADAJOZ	**15.53**	

Duracion del trayecto entre **PUERTOLLANO** y **BADAJOZ:** 4 h. y 18 min.

Fuente: Renfe Operadora

Tabla 121. Horarios Intercity 17194

ESTACIÓN	LLEGADA	SALIDA
MADRID-CHAMARTIN		16.00
MADRID - ATOCHA CERCANIAS	16.13	16.19
LEGANES	16.34	16.34
TORRIJOS	17.15	17.16
TALAVERA DE LA REINA	17.41	17.42
OROPESA DE TOLEDO	18.00	18.01
NAVALMORAL DE LA MATA	18.15	18.16
MONFRAGUE	18.41	18.42
MIRABEL	18.51	18.52
CAÑAVERAL	19.06	19.07
CACERES	19.47	19.49
MERIDA	20.49	**20.54**
MONTIJO	21.14	21.15
BADAJOZ	**21.36**	

Duracion del trayecto entre **MERIDA** y **BADAJOZ:** 42 min.

Fuente: Renfe Operadora

Tabla 122. Horarios Intercity 18330

PUERTOLLANO	17.35	**17.36**
BRAZATORTAS-VEREDAS	17.50	17.50
ALMADENEJOS-ALMADEN	18.41	18.42
GUADALMEZ-LOS PEDROCHES	19.06	19.06
CABEZA DE BUEY	19.36	19.37
ALMORCHON	19.47	19.48
CASTUERA	20.18	20.18
CAMPANARIO	20.30	20.31
VILLANUEVA DE LA SERENA	20.40	20.41
DON BENITO	20.46	20.47
VALDETORRES	20.59	20.59
GUAREÑA	21.04	21.05
MERIDA	21.32	21.33
ALJUCEN	21.38	21.38
GARROVILLA-LAS VEGAS	21.45	21.45
MONTIJO	21.53	21.54
MONTIJO-EL MOLINO	21.57	21.57
BADAJOZ	**22.16**	

Duracion del trayecto entre **PUERTOLLANO** y **BADAJOZ:** 4 h. y 40 min.

Fuente: Renfe Operadora

Fotografía 323. Regional Expres 18.777 en el túnel de Las Cabras. Badajoz

Fuente: Antonio E. Martín Miranda

4.6.1.- Malla Gráfica de los trenes en el Cofemanex

La malla gráfica es una representación de la posición teórica de los trenes en el tiempo dentro de un área de infraestructura ferroviaria determinada.

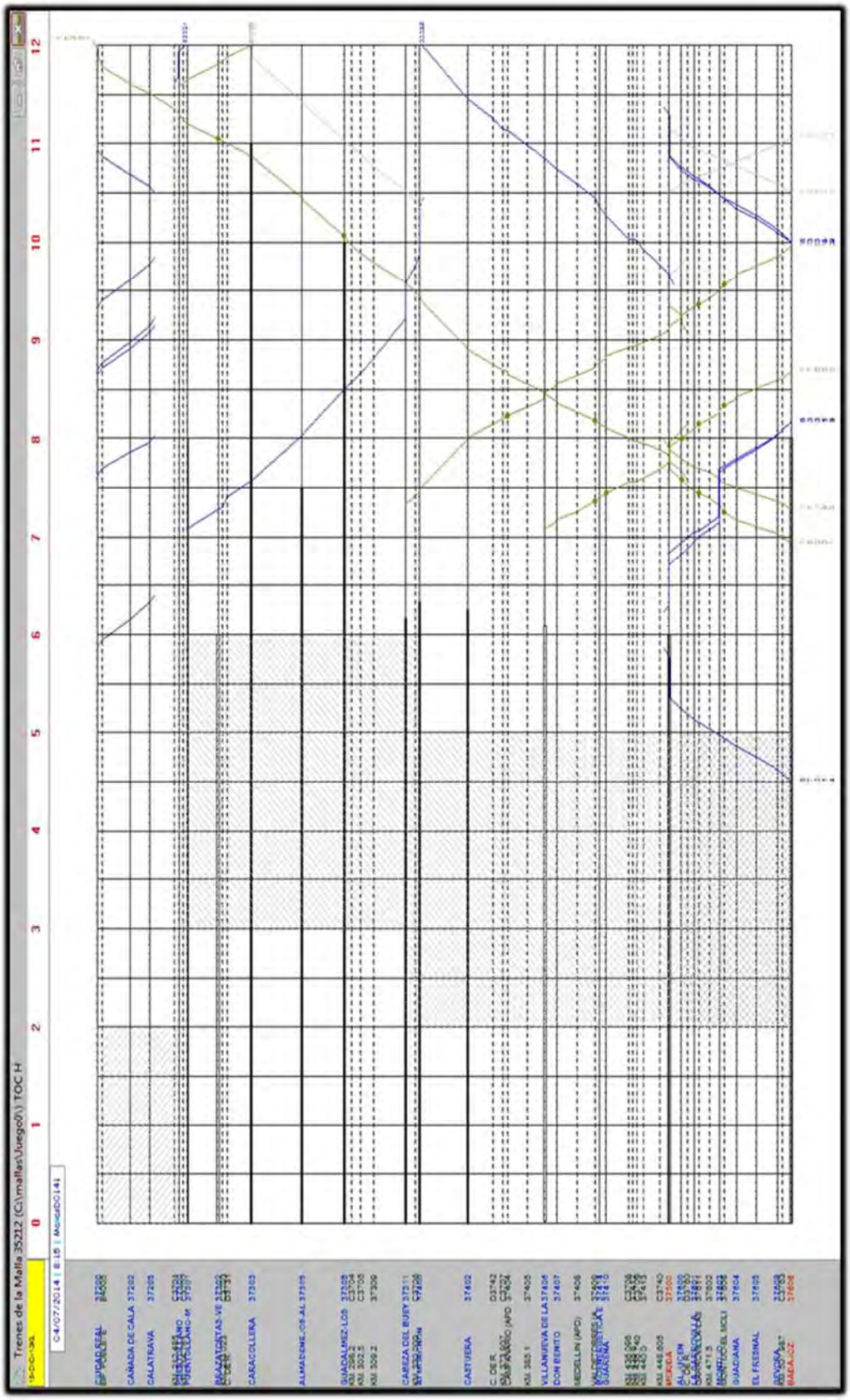
Adif y Renfe Operadora disponen de la mallas de trenes en el Cofemanex, donde en ordenadas figuran las estaciones y en abscisas el tiempo. Las mallas se representan en escalas de tiempo de 12 h y se distinguen para los días laborales, sábados y domingos.

En este tipo de gráficos se puede observan de forma global la circulación de todos los trenes que circulan en la línea y momentos del día donde se producen sus cruces.

Fotografía 324. Entrada en la estación de Mérida del Intercity 18330(Badajoz-Puertollano)

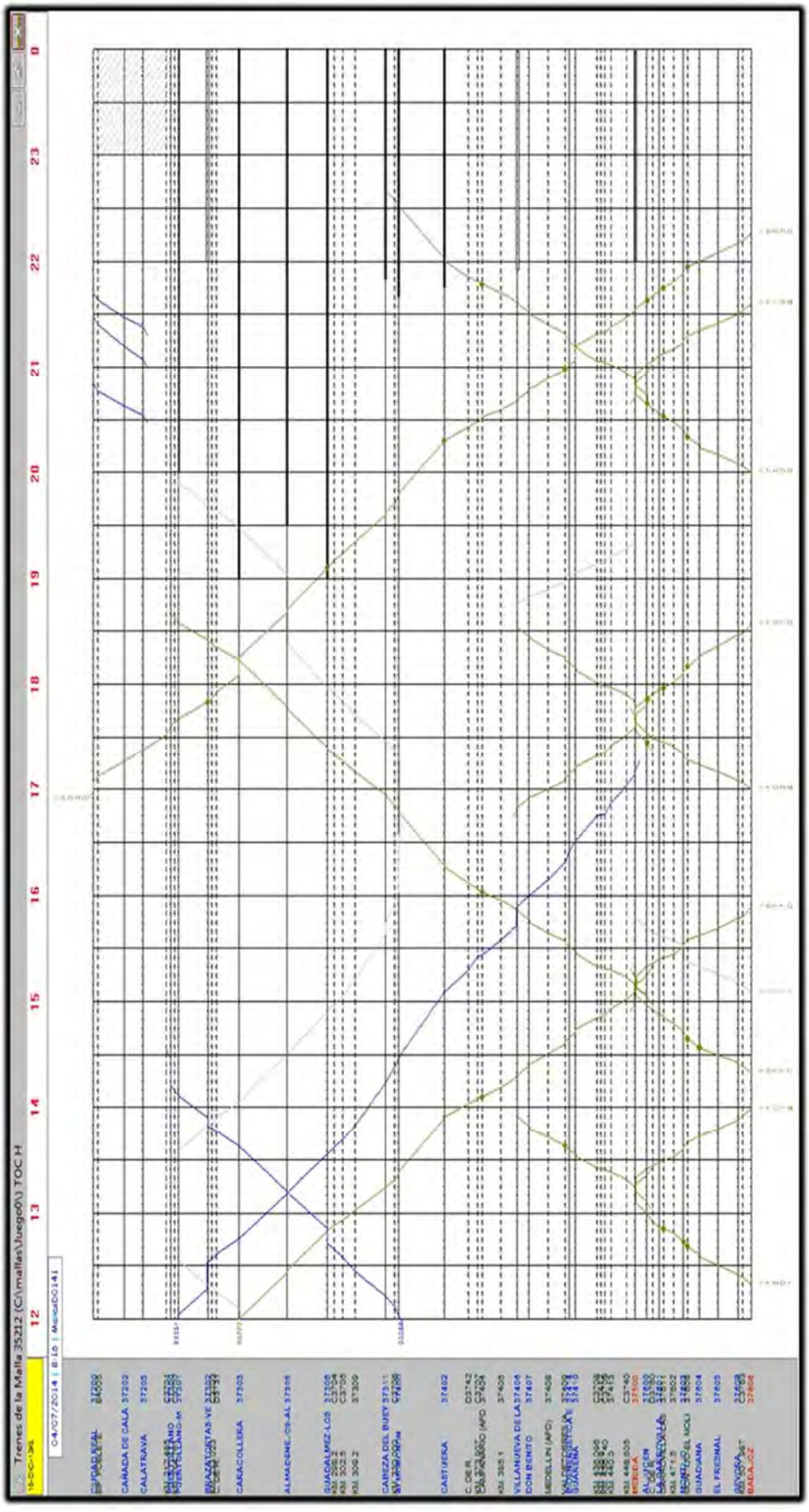
Fuente: Lorenzo Franco Díaz

Gráfico 252. Malla de trenes en el Cofemanex. Lunes a viernes. Desde las 0:00 h hasta las 12:00 h



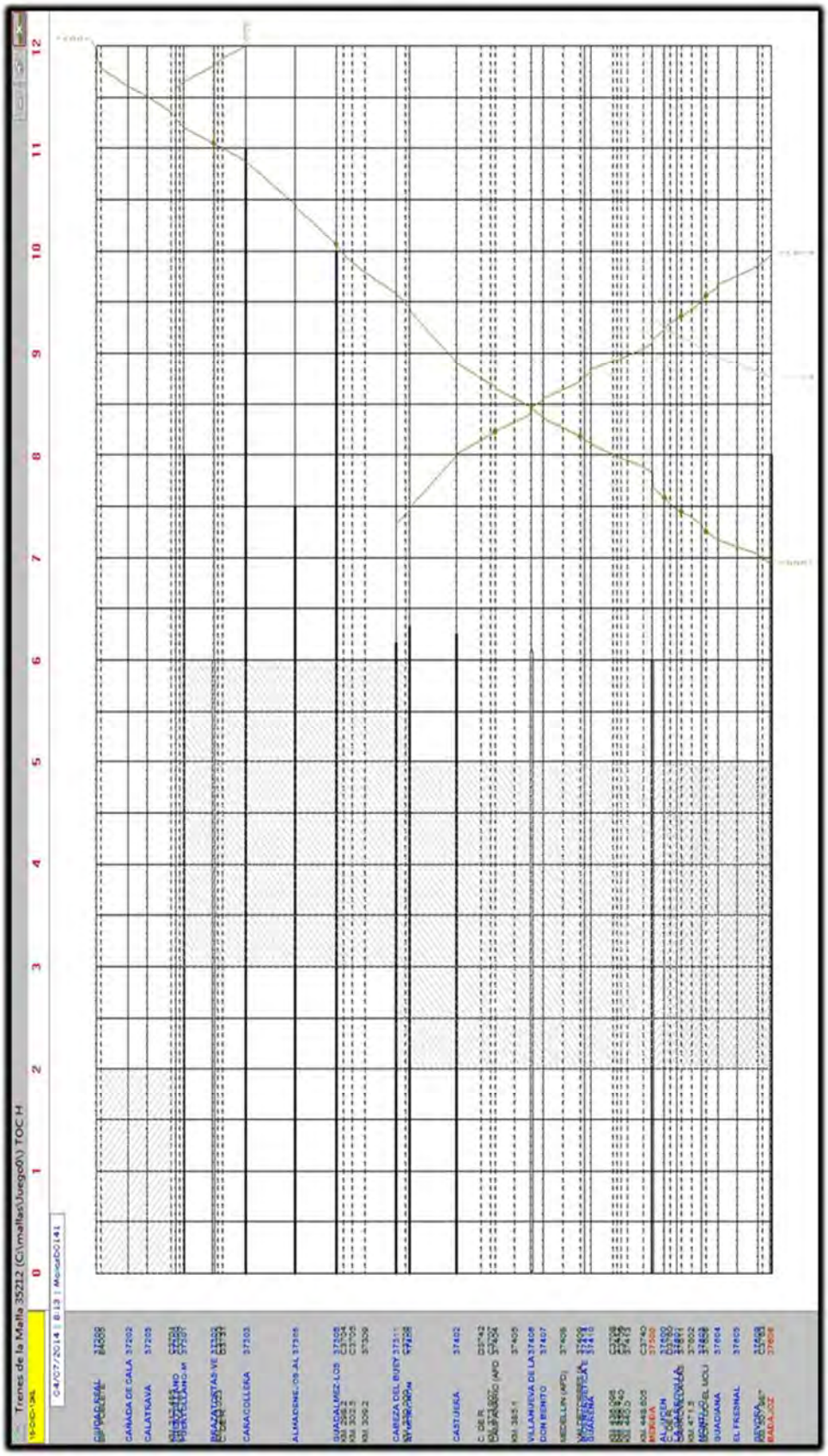
Fuente: Adif

Gráfico 253. Malla de trenes en el Cofemanex. Lunes a viernes. Desde las 12:00 h hasta las 24:00 h



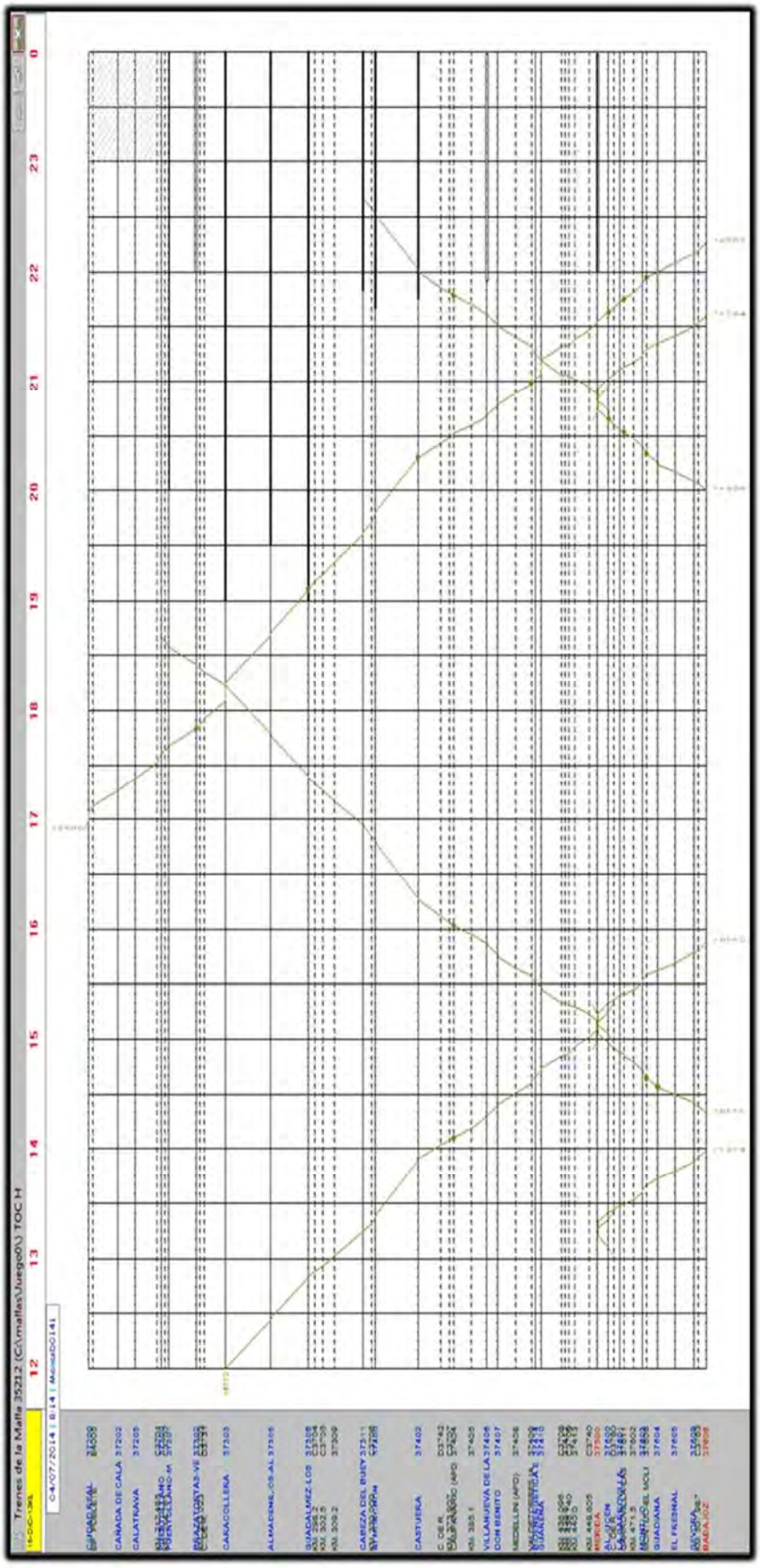
Fuente: Adif

Gráfico 254. Malla de trenes en el Cofemanex. Sábados. Desde las 0:00 h hasta las 12:00 h



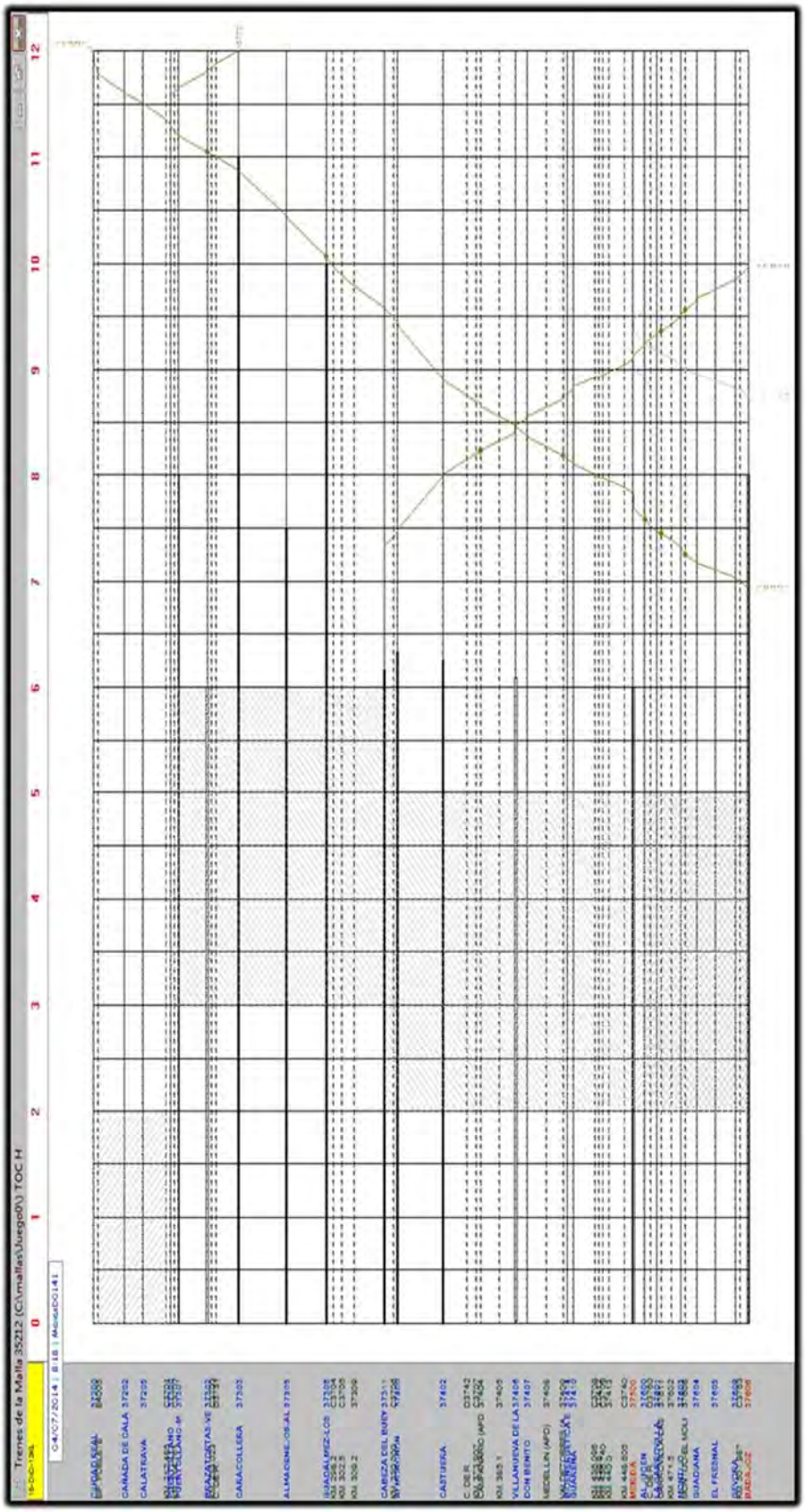
Fuente: Adif

Gráfico 255. Malla de trenes en el Cofemanex. Sábados. Desde las 12:00 h hasta las 24:00 h



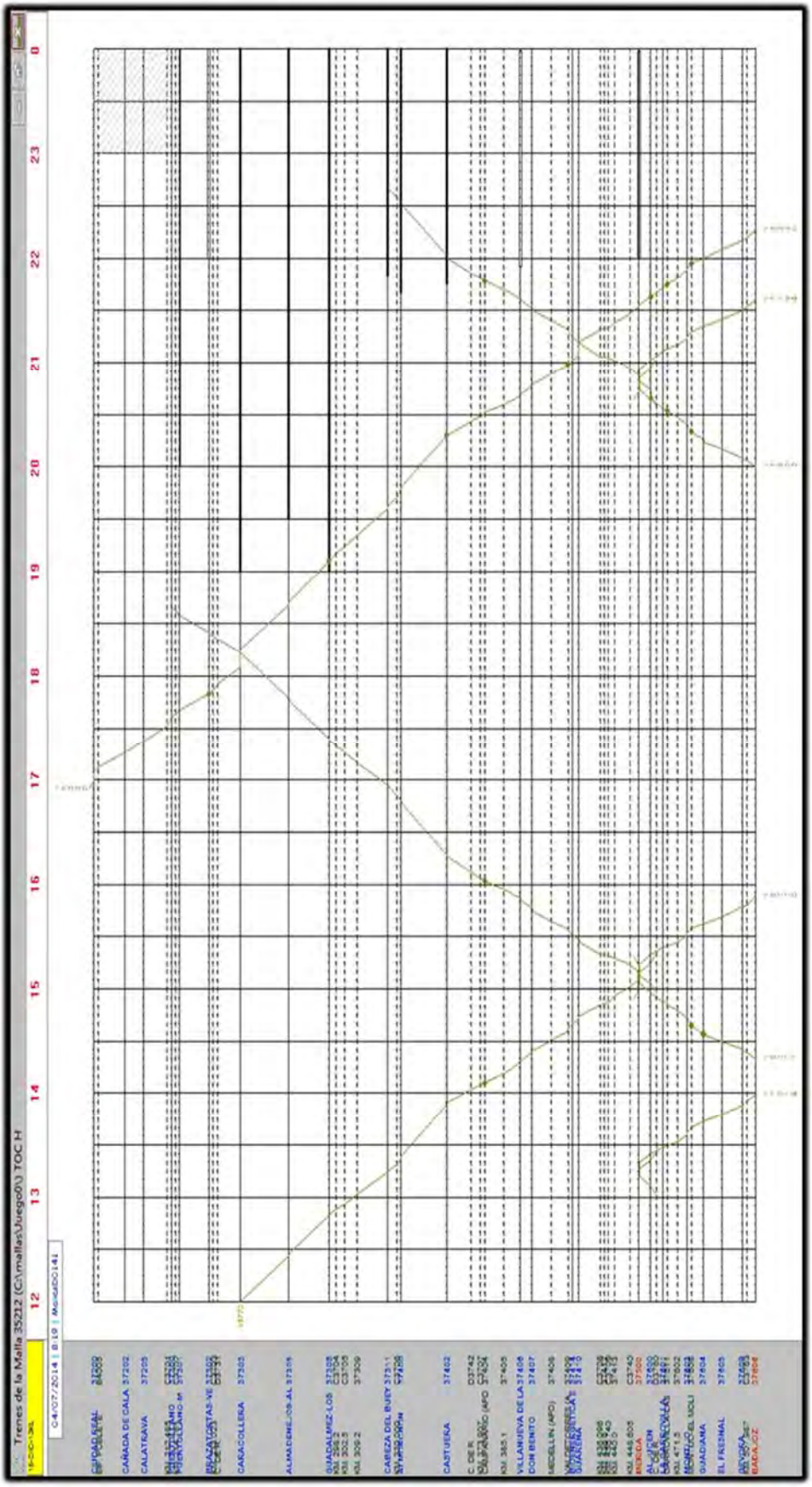
Fuente: Adif

Gráfico 256. Malla de trenes en el Cofemanex. Domingos. Desde las 0:00 h hasta las 12:00 h



Fuente: Adif

Gráfico 257. Malla de trenes en el Cofemanex. Domingos. Desde las 12:00 h hasta las 24:00 h



Fuente: Adif

4.7.- CONCLUSIONES DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS Y VIAJEROS EN EL COFEMANEX

El movimiento de mercancías existente en Extremadura se realiza, de forma casi exclusiva, a través de la línea Badajoz-Mérida-Puertollano, el conocido en esta tesis como Cofemanex.

El hecho de atraviesar la capital de la Comunidad Autónoma (Mérida), la ciudad con mayor población (Badajoz), y la zona de las Vegas Altas (Don Benito y Villanueva), hacen que este corredor posea una ubicación estratégica que optimiza la conexión de Portugal con las zonas más productivas de Extremadura y el interior de la península Ibérica.

Fotografía 325. Automotor R-598 cerca de Cabeza del Buey. Badajoz

Fuente: Javier Rubio

Los estudios de transporte de mercancías realizados en el Cofemanex estiman que las mercancías captables por el corredor en el periodo 2017-2021 tendrán dos saltos destacados: en el año 2017 debido a la puesta en servicio del Cofemanex y en 2019, por la entrada en funcionamiento de la línea de altas prestaciones mixta del corredor portugués Sines-Caia.

Los valores totales de mercancías movidas por ferrocarril para 2017 se prevén de 2.389.528 t, y para 2019 de 3.152.223 t.

Además los estudios estiman que la mayor parte del tráfico ferroviario esperado en 2019 va a ser debido al tránsito de carretera a ferrocarril. De las 3.152.223 t previstas para ese año, el 59 % procederá del tránsito de la carretera es decir 1.859.812 t.

En el año 2013 en Extremadura se han movido por carretera 29.928.310 t, por tanto, si no se le añade el incremento esperado para el año 2019, esto supondrá un 6,21 % del volumen total movido.

Los estudios del Ministerio de Fomento[93] marcan como captables un 15% de las mercancías que se transportan actualmente por carretera para el vagón convencional y un 11% para el vagón plataforma (intermodal). Por otro lado la prognosis de crecimiento prevista para el año 2020 según estos estudios, marcan escenarios de tránsito de la carretera al ferrocarril de 8,03% mínimo y de 10,33 % máximo.

Por tanto el 6,21% estimado en el Cofemanex, refleja que la prognosis de mercancías realizada es más conservadora que la llevada a cabo por el Ministerio

[93] Véase apartado 4.3 “Plan estratégico para el impulso del Transporte Ferroviario de Mercancías en España”.

de Fomento. Esto significa que para el año 2019 pudiera existir un volumen mayor de mercancías en el Cofemanex, lo que aumentaría aún más la necesidad de su puesta en servicio.

Las posibilidades por tanto de este corredor para mercancías, si se acondiciona e invierte de forma adecuada, son muy grandes a corto y medio plazo.

En cuanto a los viajeros, la línea Badajoz-Cáceres-Madrid, con un porcentaje del 67%, es la línea que capta el mayor tráfico en la red ferroviaria de Extremadura. El 33% del volumen restante de viajeros se desarrolla a lo largo de los corredores Badajoz-Cabeza de Buey-Puertollano, Puertollano-Mérida-Zafra, Mérida-Sevilla y en servicios interiores entre Cáceres, Mérida y Badajoz.

Con la llegada del tren de altas prestaciones (LAP) a Extremadura (previsiblemente a finales de 2015) la captación del tráfico de viajeros por parte del corredor Badajoz-Mérida-Cáceres será aún mayor, en detrimento de los otros corredores como el Cofemanex.

Este hecho aumenta el interés de que el Cofemanex se convierta en un corredor ferroviario prioritario de mercancías, ya que posibilita la existencia de un recorrido alternativo a la línea Badajoz-Madrid por Cáceres de altas prestaciones mixta. Con la ventaja, además de tener un acceso más directo al puerto de Algeciras y, a través de Alcázar de San Juan, una conexión directa con el corredor Mediterráneo sin necesidad de hacer parada en Madrid.

La salida de las mercancías por esta línea aumentará la capacidad de la LAP de Extremadura, cuya prioridad es el transporte de viajeros, uniendo Madrid con Extremadura y Portugal.

Fotografía 326. Tren realizando un transporte de contenedores en Sagrajas. Badajoz

Fuente: Javier López Ortega

Además, la adecuación inmediata del Cofemanex como línea de mercancías permite resolver la demanda, que de forma inmediata, se va a producir de transporte de mercancías por la península, sin necesidad de resolver con tanta celeridad los problemas de conexión existentes en la Pantoja (Toledo) con la Línea de Alta Velocidad Madrid-Sevilla cuyo uso es exclusivo de viajeros.

Se trata por tanto de una vía necesaria, no solo para la Comunidad Autónoma de Extremadura, sino para España y Europa, como así se ha demostrado en los distintos estudios que consideran este eje de mercancías como vertebrador y prioritario en el correcto desarrollo de la Red Transeuropea de Transporte.

Es verdad que con la nueva definición de los corredores prioritarios europeos, el Cofemanex ha dejado de estar en la Red Principal (*Core Network*) y ha pasado a la Red Global (*Comprehensive Network*), pero en cualquier caso, por su situación estratégica, sigue perteneciendo a la Red Transeuropea de Transporte, y deberá estar perfectamente acondicionada como red de mercancías de altas prestaciones para antes del año 2050.

5.- CONCLUSIONES DE INGENIERÍA. PROGRAMA DE INVERSIONES

5.1.- ACTUACIONES NECESARIAS EN EL CORREDOR FERROVIARIO DE MERCANCÍAS MANCHEGO-EXTREMEÑO (COFEMANEX)

En el apartado 2 de esta tesis doctoral se realiza un análisis exhaustivo y completo del Cofemanex. En él se analizan todos los condicionantes infraestructurales y de explotación necesarios para poder realizar el transporte de viajeros y mercancías demandado.

Como se ha comentado en la descripción de la línea, y en términos generales, el trayecto desde Puertollano hasta Castuera (142 km) es el que se encuentra en peores condiciones, especialmente en los tramos Caracollera-Guadálmez (47 km), Belalcázar-Cabeza de Buey (16 km) y Cabeza de Buey-Castuera (31 km). En el resto del recorrido hasta Badajoz no se requieren mejoras de carácter urgente. De hecho la renovación de los 6 km que quedaban pendientes entre Mérida y Aljucén, se ha concluido recientemente (septiembre 2014).

5.1.1.- Actuaciones necesarias sobre el trazado en planta

Del gráfico de velocidades reales de circulación y máximas por trazado que se incluye en el apartado 2 de esta tesis, se observa que la mayor diferencia se produce entre Castuera y Cabeza del Buey, donde las velocidades se limitan a 50 km/h por el estado de la vía, pudiéndose alcanzar por trazado los 140 km/h. Se trata de la zona de vía que se encuentra más deteriorada, con traviesas de madera y carriles de principios del siglo XX. Los desvíos son todos manuales o mecánicos y el bloqueo de la línea es telefónico. Es por tanto, el tramo de vía que requiere la actuación más urgente.

La zona de peor trazado en planta se encuentra entre el límite de provincia y Cabeza del Buey, donde los radios proyectados permiten velocidades máximas comprendidas entre los 80 km/h y los 100 km/h. La otra zona complicada se encuentra entre Zarza de Alanje y Mérida donde los radios proyectados permiten circulaciones máximas de 110 km/h.

La ejecución de estas mejoras en la planta, mejorarán la circulación de los trenes por la vía, sin embargo, al tratarse de una línea prioritaria de mercancías, las velocidades máximas de circulación pierden importancia respecto a la longitud de trenes o a la carga máxima por eje, por lo que se trata de mejoras sobre la línea buenas y recomendables, pero no imprescindibles a corto plazo.

5.1.2.- Actuaciones necesarias sobre el trazado en alzado

El perfil longitudinal del Cofemanex es muy suave y con pequeñas pendientes. El desnivel medio en la provincia de Badajoz es una pendiente de 0,59 ‰.

La rampa máxima de 18,30‰, se encuentra en el PK 306/356 (cerca de Belalcazar-Córdoba) sentido Puertollano en una longitud de 61 m. También existe una rampa de 17,80 ‰ sentido Badajoz de 100 m de longitud a la altura del PK 300/000 (cerca de Gualdamez-Los Pedroches-Ciudad-Real). Se trata por tanto de rampas excepcionales y el corredor ferroviario Cofemanex, tiene en todo su recorrido, parámetros que cumplen norma de alzado para una velocidad máxima de 160 km/h. También cumple con las ETIs europeas[94].

[94] Decisión de La Comisión de 26 de abril de 2011 sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de infraestructura del sistema ferroviario transeuropeo convencional

Fotografía 327. Curva limitada a 70 km/h en Zarza de Alanje. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La zona de mayores rampas se encuentra concentrada entre el límite de provincia y el túnel de las Cabras, donde las velocidades de recorrido tendrían que limitarse a 140 km/h y 160 km/h. A partir de ese punto la orografía del terreno mejora teniendo hasta Villanueva de la Serena un perfil longitudinal que habilita velocidades mínimas de 160 km/h y de D.Benito a Badajoz el perfil se suaviza pudiendo alcanzar los 200 km/h, si las exigencias fueran exclusivas por el alzado de la vía.

Por tanto la tramificación de velocidades máximas existentes en la **Declaración de Red de Adif** (2014), si se mira exclusivamente el trazado en alzado, son correctas y se cumplen en la actualidad. El problema es que no ocurre lo mismo con el trazado en planta y mucho menos con la superestructura que tiene traviesas de madera y carriles de principios del siglo XX (tramo Castuera-Cabeza del Buey), y traviesas bibloque con balasto calizo en otros muchos tramos.

En cualquier caso es importante destacar la bondad del perfil longitudinal que posee el Cofemanex y por tanto ningún proyecto de renovación de vía tendrá que recoger actuaciones sobre su rasante.

5.1.3.- Actuaciones necesarias sobre las estructuras del Cofemanex

Los gálibos de las estructuras existentes en el tramo extremeño del Cofemanex son, en líneas generales, adecuados para la circulación de un tren de mercancías de altas prestaciones. Sin embargo no todas disponen de gálibo suficiente para electrificar la línea ni la posibilidad de duplicarla.

Todas las estructuras entran dentro del gálibo GEC16, es decir superan los 4,70 m libres desde la parte inferior de la estructura a la superior del carril (plano de rodadura).

Los gálibos horizontales en general, también son suficientes para cumplir los requisitos de plataforma única marcados en la **NAV 0-2-0.0**. Las estructuras de la Urbanización "Las Mimosas " en Villanueva de la Serena (gálibo 7,77 m), la colada del Camino de los Palos (8,08 m) y el túnel de las Cabras (7,70 m) son las únicas que disponen de un espacio libre inferior a los 9 m exigidos por la norma

Las nuevas estructuras construidas por la afección de la línea de alta velocidad extremeña superan los 7,00 m de altura y 13,30 m de anchura. Si fuera necesario, estos gálibos permitirían electrificar o duplicar la vía. Se encuentran además en un estado perfecto de conservación. El resto de estructuras con márgenes más estrictos, permiten en general la circulación de mercancías, la electrificación de vía e incluso en muchos casos su duplicación.

En el entorno de las ciudades las estructuras son más antiguas y los gálibos más ajustados. El estado de conservación de 8 de estas estructuras es **REGULAR**, siendo necesaria en algunos casos, la reposición de barandillas e impostas del tablero, reposición de alguna de las vigas que se encuentran en mal estado (coqueras, grietas, etc), y la limpieza superficial de la estructura.

Fotografía 328. Paso superior sobre el ferrocarril en la carretera BA-058 cerca de D.Alvaro. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

En toda la traza del Cofemanex sólo se encuentra una estructura en estado de conservación **MALO**, concretamente la estructura situada en el PK 333+9 de la línea del FFCC, correspondiente al paso de un camino público en el municipio de Cabeza del Buey. Dicho paso se encuentra actualmente fuera de servicio, puesto que fue sustituido por una nueva estructura, situada a 100 m de este, que es el paso de la actual carretera EX – 104.

5.1.4.- Actuaciones necesarias sobre la superestructura en el Cofemanex

Se ha llevado a cabo un estudio exhaustivo de la superestructura del corredor ferroviario manchego extremeño Cofemanex, desde Puertollano (Ciudad Real) hasta el límite de la frontera con Portugal, (Badajoz).

Fotografía 329. Traviesas de madera y carriles de 45 kg/m entre Castuera y Almorchón. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

De forma resumida se puede concluir que de Badajoz a La Garrovilla se dispone de superestructura preparada para trenes de mercancías de altas prestaciones (25 t/eje), posibilidad de migrar al ancho internacional y velocidades máximas de 200 km/h.

De La Garrovilla hasta Castuera , salvando algunos tramos intermedios que se encuentran en situación regular, el resto puede migrar al ancho internacional cuando se requiera y permite la circulación de trenes hasta 160 km/h y mercancías a 120 km/h y 22,5 t/eje.

De Castuera hasta Puertollano, salvando pequeños tramos que se encuentran en estado regular, la situación de la superestructura es muy mala, las limitaciones de velocidad son continuas, llegando a los 50 km/h (tramo Castuera-Almorchón) o incluso 30 km/h en algunas estaciones como la de Belalcazar. Se limita también la circulación de los trenes de mercancías que circulan por este tramo y se hace muy necesaria su renovación.

Estos tramos deben ser los prioritarios en toda planificación de inversión del corredor.

5.1.5.- Actuaciones necesarias en las estaciones y apartaderos del Cofemanex

Para que en una línea ferroviaria puedan circular con fluidez los tráficos de viajeros y mercancías, es necesario que esta disponga de los suficientes puntos de estacionamiento que permitan los adelantamientos que sean necesarios para no entorpecer la correcta marcha de los trenes más rápidos.

En el Cofemanex existen suficientes estaciones donde se pueden producir estos estacionamientos y adelantamientos. Sin embargo, las longitudes de trenes permitidas en el Cofemanex son de 400m en condiciones de circulación normal y 460 m en circulaciones especiales.

Las especificaciones técnicas de interoperabilidad establecen para tráfico mixto las longitudes de 500 m mínimo para acondicionamiento de líneas incluidas en la Red

Global, 600 m para acondicionamiento de las redes principales y 750 m para la construcción de nuevas líneas incluidas en la Red Básica.[95]

Esto quiere decir que la longitud de estaciones y apeaderos que permiten ser puestos de adelantamiento y estacionamiento de trenes (**PAET**), se quedan escasos en longitud, en lo que al cumplimiento de las ETIs se refiere.

Analizados todos estos valores, se puede concluir que se está limitando la longitud de los trenes de mercancías que pueden circular en el Cofemanex, pero el incumplimiento de este requisito, no impide la circulación de mercancías por él. Se trata de actuaciones que son deseables y buenas, pero no imprescindibles para la circulación de mercancías en el corredor.

Fotografía 330. Automotor R-598 cruzando por el apartadero del Fresnal. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Si para ganar capacidad en la línea se decide construir nuevos puestos de adelantamiento y estacionamiento de trenes (**PAET**), se tendrían que actuar sobre los haces de vía de las estaciones que se encuentran en servicio. Otra posibilidad sería recuperar el servicio de las estaciones y apartaderos abandonados (El Quintillo, Medellín, Villagonzalo, Torremayor, etc), dotándolas exclusivamente de un desvío y tramo de vía paralela, con la longitud mínima necesaria para convertirla en PAET (500 m, 600 m o 750 m), tal y como se ha hecho con la antigua estación de Talavera La Real, ahora convertida en el PAET del Fresnal, con una longitud máxima de trenes de 600 m.

5.1.6.- Actuaciones sobre los sistemas de seguridad y bloqueos del Cofemanex

Las instalaciones de seguridad y bloqueos existentes en el Cofemanex son muy variados.

Entre Mérida y Badajoz se dispone de un sistema moderno de bloqueo automático (**BAU**) por circuito de vía y control de tráfico centralizado. Dispone además de **ASFA 200 Digital y señalización luminosa**. Se trata de sistemas muy modernos de control

[95] Véase apartado 2.4.1 de esta tesis.

de tráfico que permiten la circulación de trenes de forma muy seguida impidiendo, en este tramo de la línea, su saturación.

El siguiente nivel de bloqueo que se tiene en el Cofemanex es el bloqueo de liberación automática (**BLAU**), a través de contadores de ejes. Se tiene entre Villanueva de la Serena- Mérida y entre Barazatortas- Puertollano. Cuentan además con el sistema **ASFA** como sistema automático de protección del tren y en el caso de Villanueva de la Serena hasta Mérida con **tren de tierra** como sistema de comunicación. **La señalización en ambos casos es luminosa**. Se trata de sistemas de bloqueo que controlan, de forma inferior a los circuitos de vía, las circulaciones que se producen en la misma. Sin embargo, es un sistema de control adecuado para el número de circulaciones que se producen en esos tramos de vía. Tan solo entre Brazatortas-Puertollano sería bueno introducir el tren de tierra para mejorar los sistemas de comunicación puesto de mando-tren.

El problema está en el resto del tramo Cofemanex, que dispone **bloqueo telefónico, ASFA y señalización mecánica. Se trata del tramo comprendido entre Villanueva de la Serena y Brazatortas (161,5 km) donde el control de las circulaciones solo se puede llevar a cabo entre estaciones y esto produce la saturación constante de la línea.**

Por tanto, para poder descongestionar la línea e introducir el control necesario para la circulación de trenes de viajeros y mercancías que el Cofemanex demanda, es necesario sustituir el bloqueo telefónico existente en estos 161,5 km y dotarlo de un bloqueo más moderno basado en pequeños tramos con contador de ejes (BLAU) como el que se tiene entre Mérida y Villanueva de la Serena o mejor aún con circuitos de vía (BAU) como el empleado con éxito entre Mérida y Badajoz.

Para garantizar la comunicación individual entre el tren y el puesto de mando se debe instalar también como mínimo el tren de tierra a lo largo de estos 161,5 km

Fotografía 331. Tren carbonero cruzando la señal mecánica de la estación de Almorchón. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La señalización mecánica existente debe irse reemplazando también por la que se emplea actualmente que es la luminosa.

En cuanto a los sistemas automáticos de protección del tren, es necesario recordar que las especificaciones técnicas de interoperabilidad europeas[96] indican la necesidad de instalar el sistema **ERTMS** en todas las líneas de la Red Básica y global. Sin embargo, aunque esta disposición deberá ser tenida en cuenta a medio plazo, el **ASFA** es un sistema de protección suficientemente efectivo para garantizar la seguridad de los trenes que circulen en el Cofemanex, tanto de viajeros como de mercancías. **Esta mejora deberá contemplarse como inversión en el corredor a medio plazo y no como inversión requerida de forma inmediata, como sí lo son otras muchas.**

5.1.7.- Actuaciones sobre los pasos a nivel existentes en el Cofemanex

En el Cofemanex existen 13 pasos a nivel tipo A, 3 tipo B, 5 tipo C y 2 particulares.

Fotografía 332. Paso a nivel tipo A cerca del túnel de Las Cabras. Badajoz

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La supresión de los pasos a nivel no son actuaciones que se necesiten urgentemente, ya que no impiden la correcta circulación de trenes de mercancías. Sin embargo, las mejoras de seguridad que se consiguen con su eliminación, hacen que tengan que ser tenidas en cuenta en el conjunto de actuaciones que, a medio plazo, se desarrollen en el corredor.

Es importante resaltar que entre Don Benito y Badajoz ya se han ejecutado todas las obras necesarias para la supresión de todos los pasos a nivel que existían entre estas dos localidades. Quedarían tan solo el paso urbano de Don Benito, el que se encuentra cercano a la estación de Aljucén y el paso a nivel que existe entre Badajoz y la Frontera

[96] Decisión de La Comisión de 26 de abril de 2011 sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de infraestructura del sistema ferroviario transeuropeo convencional

Portuguesa, al lado de donde se va a construir la Plataforma Logística del Suroeste Europeo.

5.1.8.- Actuaciones necesarias para la electrificación del Cofemanex

En España, las tensiones de electrificación para líneas de larga distancia son de 3 .000 V en corriente continua (líneas convencionales) y 25 kV en corriente alterna (líneas alta velocidad).

Según las especificaciones técnicas de interoperabilidad europeas (ETIs)[97], el sistema de corriente alterna de 25 kV- 50 Hz, debe ser el sistema de alimentación deseado por razones de compatibilidad con los sistemas de generación y distribución de electricidad, y de normalización de los equipos de las subestaciones. Sin embargo, a causa de los elevados costes de las inversiones necesarias para migrar desde otras tensiones del sistema al de 25 kV y a la posibilidad de emplear unidades de tracción multisistema, se permite la utilización de la corriente continua de 3kV.

El tramo Puertollano-Ciudad Real se encuentra actualmente electrificado como la mayor parte de las líneas convencionales en España, es decir 3.000 V en corriente continua. Sin embargo, el corredor ferroviario Cofemanex actualmente está sin electrificar.

El suministro a 3.000 V en CC con elementos de aislamiento que permitan su transformación posterior a 25 kV CA, debe ser por tanto la propuesta de electrificación del Cofemanex. Las catenarias a emplear dependen de las velocidades máximas de recorrido. Para el tramo Aljucén-Badajoz sería la CA-220 y entre Aljucén-Puertollano sería la CA-160.

La forma de obtener la energía necesaria en el suministro eléctrico del Cofemanex, se haría siempre mediante fuentes de energía renovable extremeñas como son la hidráulica, fotovoltaica, termosolar o biomasa.

Se necesita de forma inmediata la electrificación de la línea Badajoz-Mérida con el objeto de tener un trazado alternativo para las mercancías del corredor electrificado de altas prestaciones procedente de Portugal. Esto permitiría en Aljucén conectar con el corredor de altas prestaciones mixto extremeño hacia Madrid por Cáceres o continuar desde la estación de Mérida en diésel provisionalmente hasta Puertollano por el Cofemanex.

5.2.- RESUMEN DE ACTUACIONES NECESARIAS EN EL CORREDOR FERROVIARIO DE MERCANCÍAS EXTREMEÑO (COFEMANEX). FASES DE EJECUCIÓN

El corredor ferroviario de mercancías Manchego-Extremeño, Cofemanex tiene un total de 303 km y 901 m. Se inicia en la estación de Puertollano (PK 213/700) y finaliza en el límite de la frontera con Portugal (PK 517/601)

El estudio que se ha llevado a cabo en esta tesis doctoral, arroja la necesidad de realizar las siguientes actuaciones divididas en 2 fases de ejecución, en función de su prioridad.

5.2.1.- 1ª Fase. Puesta en servicio del corredor de mercancías

Las actuaciones que son imprescindibles para el funcionamiento del Cofemanex son:

- ***Mejora de la superestructura.***

– Mérida –Aljucén (59,3 km). Renovación integral de vía con traviesa de hormigón polivalente y carril UIC-54. Recientemente ejecutado en septiembre de 2014.

[97] Decisión de la Comisión de 26 de abril de 2011 sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de energía del sistema ferroviario transeuropeo convencional

– Castuera-Cabeza del Buey (31 km). Renovación integral de vía con traviesa de hormigón polivalente y carril UIC-54.

– Cabeza del Buey- Brazatortas (93 km). Renovación integral de vía con traviesa de hormigón polivalente y carril UIC-54. Acondicionamiento y mejora de la infraestructura.

– Brazatortas-Puertollano. (19 km). Renovación integral de vía con traviesa de hormigón polivalente y carril UIC-54.

➢ ***Mejora de los sistemas de seguridad y bloqueos del Cofemanex.***

– Villanueva de la Serena-Brazatortas. (161,5 km). Instalación de Bloqueo de Liberación Automática (BLAU) con control de tráfico centralizado (CTC) y Tren-Tierra.

➢ ***Electrificación de la línea***

– Electrificación de la línea Badajoz-Mérida (59,3 km) con tensión será de 3.000 V C.C y catenaria CA-220.

➢ ***Mejora de las instalaciones logísticas***

Se incluye en esta fase la urbanización de la 1ª Fase de la Plataforma Logística del Suroeste Europeo en Badajoz y la primera fase de las conexiones ferroviarias de esta Plataforma y la de Expaciomérida. El Gobierno de Extremadura ha adjudicado estas obras en diciembre de 2014.

5.2.2.- 2ª Fase. Tren de mercancías de altas prestaciones. Electrificación de la línea

Una vez que se tiene en servicio el Cofemanex, el objetivo es convertirlo en tren de mercancías de altas prestaciones. Para eso es necesario realizar las siguientes actuaciones:

➢ ***Electrificación de la línea***

– Adecuación de las estructuras dotándolas de gálibo suficiente para poder electrificar la línea.

– Electrificación de la línea Mérida- Puertollano. (239,3 km). Tensión de 3.000 V en corriente continua y catenaria CA-160.

➢ ***Mejora de las instalaciones logísticas***

– 2ª Fase de las conexiones ferroviarias de la Plataforma Logística del Suroeste Europeo y de Expaciomérida.

– Adecuación de puntos de adelantamiento y estacionamiento de trenes (PAET) para el cruce de trenes de hasta 750 m de longitud.

➢ ***Otras obras complementarias***

– Supresión de los pasos a nivel.

– Transición al ancho internacional 1.435 mm.

Fotografía 333. Tren de amoniaco saliendo de Mérida. Badajoz

Fuente: Alejandro Martín Medina

Fotografía 334. Tren de bioetanol en vía electrificada 3.000 V CC entre Puertollano y Ciudad Real

Fuente: Revista "Intercambiador Wordpress"

5.3.- PROGRAMACIÓN DE LA INVERSIÓN

5.3.1.- 1ª Fase. Puesta en servicio del corredor de mercancías. Periodo 2014-2016

La puesta en servicio del Cofemanex está propuesto para 2017 por lo que todas las inversiones necesarias se deben realizar entre los años 2014-2016.

Las inversiones que hagan referencia a la renovación, señalización y electrificación de vía deberán ser realizadas por el Ministerio de Fomento. Las inversiones en instalaciones logísticas serán por cuenta del Gobierno de Extremadura.

- ***Renovación de la vía***

Para la puesta en marcha del corredor de mercancías es necesario realizar la renovación integral de varios tramos del corredor. Se adjunta un cuadro resumen de los tramos donde se necesita la renovación y su coste.

Tabla 123. Coste de la mejora de la superestructura en el Cofemanex

TRAMO	P.K. INICIO	P.K. FIN	LONGITUD TRAMO (Km)	PRESUPUESTO	COSTE/ KILOMETRO
Puertollano/Brazatortas	213,700	232,928	19,228	7.000.000,00 €	364.052,42 €
Brazatortas-Veredas/El Madroñal	232,928	260,300	27,372	17.534.901,89 €	640.614,57 €
El Madroñal/Guadalmez-Los Pedroches	260,300	293,800	33,500	21.890.122,08 €	653.436,48 €
Guadalmez/Cabeza de Buey	298,180	325,042	26,862	16.569.021,62 €	616.820,10 €
Cabeza de Buey/Castuera	325,042	355,562	30,520	18.642.367,30 €	610.824,62 €
Mérida/Aljucén	453,000	459,100	6,100	1.580.000,00 €	259.016,39 €
TOTAL RENOVACION DE VIA				**83.216.412,89 €**	

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró a partir de datos de Adif

El tramo Mérida-Aljucén ha sido recientemente acondicionado en septiembre de 2014.

La renovación integral supone la sustitución de la traviesa existente de madera o bibloque por otra nueva monobloque polivalente. Además de reemplazar el carril de 45 kg/m por otro UIC-54. También se incluye el acondicionamiento de márgenes y limpieza o reconstrucción de las obras de drenaje existentes.

Fotografía 335. Carbonero en Almorchón. Badajoz

Fuente: Alejandro Vozmediano

Estas actuaciones se consideran imprescindibles para que puedan circular mercancías con normalidad en el Cofemanex. Sin embargo, en caso de no poder acometer la reforma de toda la línea, se podría de forma provisional sustituir las traviesas de madera del tramo Castuera-Almorchón (16,6 km) por traviesas bibloque recicladas, que hayan sido reemplazadas por monobloque, y carril UIC-54 reciclado, que haya sido reemplado por UIC-60. El coste de esta actuación provisional sería:

Tabla 124. Coste de la actuación provisional para la sustitución de traviesas de madera y carril de 45 kg/m por traviesas bibloque y carril UIC-54 reciclados.

TRAMO	P.K. INICIO	P.K. FIN	LONGITUD TRAMO	PRESUPUESTO	COSTE/ KILOMETRO
Almorchón/Castuera	338,970	355,570	16,600	3.181.135,36 €	191.634,66 €

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró a partir de datos de Adif

En el programa de inversión se incluye solamente la renovación integral de la vía por tratarse de una solución definitiva, y no provisional.

- ***Señalización, instalaciones de seguridad y bloqueos de vía***

La estimación de coste de la instalación de BLAU con CTC y Tren-Tierra entre Villanueva de la Serena y Brazatortas (161,5 km) asciende a la cantidad de 18,2 M€. (112.693 €/km).

- ***Electrificación de la vía***

La electrificación del tramo Badajoz-Aljucén (53,2 km) a 3.000 V CC y CA-220 asciende a 18,6 M€. (349.624 €/km).

La electrificación del tramo Aljucén-Mérida (6,1 km) se haría también con 3.000 V CC pero catenaria CA-160. La inversión asciende a 1.772.330,6 € (290.546 €/km).

La inversión total prevista para la electrificar la vía asciende a 20.372.330,6 €

- ***Instalaciones logísticas***

El Gobierno de Extremadura se encarga de realizar la urbanización de la 1ª Fase de la 1ª Etapa de la Plataforma Logística del Suroeste Europeo que cuenta con 24,95 M€ repartido entre las siguientes anualidades

– 2014:750.000 €

– 2015: 11.700.000 €

– 2016: 12.500.000 €

Las Conexiones Ferroviarias también son obras a cargo del Gobierno Regional y se han licitado los siguientes importes:

– Conexión Plataforma Logística del Suroeste Europeo 1ª fase: 8.241.160,92 €

– Conexión Expaciomérida 1ª fase: 6.213.649,60 €

El total de las conexiones ferroviarias asciende a 14.454.810,52 €

Fotografía 336. Carbonero cruzando el río Guadálmez. Ciudad Real

Fuente: Antonio E. Martín

Fotografía 337. Cruce de carboneros y chatarrero en Almorchón. Badajoz

Fuente: Javier Rubio

El cuadro resumen de todas las actuaciones de la 1ª Fase para la puesta en marcha del corredor de mercancías entre los años 2014-2016 es el siguiente:

Tabla 125. Programa de inversiones en el Cofemanex. 1ª Fase. Periodo 2014-2016

COFEMANEX. INVERSIONES 1º FASE. PERIODO 2014-2016		
1	Renovación de vía	83.216.412,89 €
2	Señalización, instalaciones de seguridad y bloqueos de vía	18.200.000,00 €
3	Electrificación de la vía	20.372.330,60 €
4	Instalaciones logísticas. Plataforma Logística del Suroeste Europeo	24.950.000,00 €
5	Instalaciones logísticas. Conexiones ferroviarias Plataforma Logística Suroeste Europeo y Expaciomérida	14.454.810,52 €
	TOTAL INVERSION COFEMANEX. 1ª FASE	**161.193.554,01 €**

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La inversión total necesaria en esta 1ª Fase para la puesta en marcha del corredor ferroviario de mercancías asciende a 161.193.554,01 €. El periodo para ejecutar la inversión es de 2014-2016 y las administraciones que deben participar en ella son el Ministerio de Fomento con 121.788.743,49 € (75,55% de la inversión) y el Gobierno de Extremadura con 39.404.810,52 € (24,45% de la inversión).

La distribución de la inversión en el periodo de tiempo considerado 2014-2016 se prevé realizarla de la siguiente forma:

– 2014: Renovación de vía de Aljucén-Mérida (1,58 M€) y 1ª anualidad de la Plataforma Logística (0,75 M€). Esto hace un total de 2,33 M€ que supone un 1,45% del total de la inversión prevista para la fase nº1.

– 2015: 45 % del total de la inversión, incluyendo la segunda anualidad de la Plataforma Logística y todas las conexiones ferroviarias. Se prevé un total de 72.537.100 € de inversión.

– 2016: 53,55% del total de la inversión, incluyendo la tercera anualidad de la Plataforma Logística. Se prevé invertir los 86.326.454,01 € restantes.

5.3.2.- 2ª Fase. Tren de mercancías de altas prestaciones. Electrificación de la línea. Período 2017-2021

La segunda fase se propone llevarla a cabo entre los años 2017-2021, una vez se ha puesto en servicio el corredor de mercancías.

Para la adecuación del gálibo de las estructuras y electrificación de la línea Mérida-Puertollano. (239,3 km) con tensión de 3.000 V en corriente continua y catenaria CA-160 se presupuestan 69.527.669,40 € (290.546 €/km).

Para la adecuación de los PAET y el resto de conexiones ferroviarias se prevén las siguientes inversiones:

– Conexión ferroviaria Plataforma Logística 2ª Fase. 5,79 M€

– Conexión ferroviaria Expaciomérida 2ª Fase. 4,22 M€

El total de las conexiones ferroviarias asciende a 10,01 M€.

El cuadro resumen de todas las actuaciones de la 2ª Fase para la conversión del Cofemanex en corredor ferroviario de mercancías de altas prestaciones entre los años 2017-2021 es el siguiente:

Tabla 126. Programa de inversiones en el Cofemanex. 2ª Fase. Periodo 2017-2021

COFEMANEX. INVERSIONES 2º FASE. PERIODO 2017-2021		
1	Adecuación de estructuras y electrificación de la vía	69.527.669,40 €
2	Adecuación de los PAET y 2ª Fase de las conexión ferroviaria Plataforma Logística y Expaciomérida	10.010.000,00 €
	TOTAL INVERSION COFEMANEX. 2ª FASE	**79.537.669,40 €**

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

Las inversiones necesarias en la 2ª fase para conseguir un corredor ferroviario de mercancías de altas prestaciones asciende a 79.537.669,40 €. El periodo para ejecutar la inversión es 2017-2021 y las administraciones que participan en ella son el Ministerio de Fomento con 69.527.669,40 € (87,41% de la inversión) y el Gobierno de Extremadura con 10.010.000,00 € (12,59% de la inversión)

Se prevé una distribución homogénea de la inversión, distribuyéndola de forma equitativa entre los años 2019 a 2021[98]. Las anualidades ascienden a 26.512.556,47 € cada una.

Fotografía 338. Teco Línea Valencia-F.S.L. - Alfafar-Benetússer

Fuente: Diego Javier Delgado Yelull

[98] En el año 2019 es cuando se prevé que se realicen estas actuaciones, una vez finalizadas las obras de Sines-Badajoz y del Tren de Altas Prestaciones (TAP) de Extremadura.

5.3.3.- Inversión global del Cofemanex. Periodo 2014-2021

El conjunto global de las actuaciones para convertir el Cofemanex en un corredor ferroviario de mercancías de altas prestaciones se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 127. Programa de inversiones global del Cofemanex. Período 2014-2021

RESUMEN DE INVERSIONES EN EL COFEMANEX		
1	1ª Fase. Puesta en servicio del corredor de mercancías. Periodo 2014-2016	161.193.554,01 €
2	2ª Fase. Tren de mercancías de altas prestaciones. Electrificación de la línea. Periodo 2017-2021	79.537.669,40 €
	TOTAL INVERSION COFEMANEX	**240.731.223,41 €**

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La inversión total requerida asciende a la cantidad de **240.731.223,41 €.** De esta cantidad el Ministerio de Fomento tendría que abonar 191.316.412,9 € (79,47%) y el Gobierno de Extremadura 49.414.810,51 € (20,53 %).

Se conseguiría de esta forma tener en servicio un corredor de mercancías de altas prestaciones tal y como exigen las ETIs europeas para los corredores de la red TEN-T.[99]

Como el corredor de la estación de Badajoz a Puertollano tiene una longitud de 298,6 km, supone una inversión final de **806.199,68 €/km**

Para conocer el coste exclusivo de construcción de vía de mercancías de altas prestaciones, tendríamos que eliminar de los costes, las inversiones externas logísticas quedando exclusivamente el importe previsto a abonar por el Ministerio de Fomento de 191.316.412,9 €. Con este nuevo importe se puede cuantificar el coste unitario de construcción de un kilómetro de vía del Cofemanex en **640.711,36 €/km**

El coste necesario para la construcción de la plataforma (sin montaje, ni señalización, ni electrificación de la vía) en la nueva línea de alta velocidad Madrid-Extremadura asciende a la cantidad de **5,76 M€ /km**, incluso el tramo más económico (Montijo-Badajoz) tiene un coste de **3,19 M€ /km.**[100]

Se puede concluir por tanto, que el coste unitario de construcción del corredor ferroviario de mercancías de altas prestaciones Badajoz-Puertollano, incluida superestructura, señalización, electrificación e instalaciones logísticas, es 5 veces menor que la construcción exclusiva de la plataforma del tramo más favorable de la línea de alta velocidad extremeña y 9 veces menor, que el coste unitario medio de su construcción.

[99] Decisión de La Comisión de 26 de abril de 2011 sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de infraestructura del sistema ferroviario transeuropeo convencional

[100] Véase apartado 1.17 "*Coste de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura*"

Fotografía 339. TECO Barcelona-Can Tunis – Lleida-Pirineus remolcado por locomotora 335.012

Fuente: Javier López Ortega

Si a los costes necesarios para la construcción de la plataforma se le añade el suministro y montaje del balasto, traviesa y carril (1 M€ /km aprox), la electrificación de la vía (0,75 M€ /km) y la señalización ERTMS (1 M€ /km) el coste unitario medio de construcción de la línea de alta velocidad Madrid-Extremadura asciende a **8,51 M€ /km**

Esto quiere decir que un kilómetro de tren de mercancías de altas prestaciones cuesta 13 veces menos que un kilómetro de vía de alta velocidad, o lo que es lo mismo, **con el dinero de 1 km de vía de alta velocidad se pueden acondicionar más de 13 km de la línea de mercancías de altas prestaciones**.

PARTE II
ESTUDIO SOCIOECONOMICO

PARTE II. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

6.- MODELO DE IMPACTO SOCIOECONÓMICO

6.1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los objetivos perseguidos en esta segunda parte de la tesis doctoral son los siguientes:

– Estudio de la contribución de la infraestructura ferroviaria de altas prestaciones en su fase de construcción a la producción y empleo regionales.

– Valoración de los efectos que podría inducir la entrada en funcionamiento de la vía ferroviaria de mercancías de altas prestaciones sobre la competitividad, la producción y el empleo en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

La cuantificación de los efectos socioeconómicos de una determinada actividad, en este caso, el despliegue de actuaciones (inversiones) para la adecuación de una infraestructura ferroviaria y la posterior puesta en funcionamiento de un corredor de altas prestaciones, sobre el conjunto del sistema económico de un determinado ámbito funcional, ha sido objeto de numerosos estudios a lo largo de toda la historia de la economía aplicada, y son muchos los enfoques alternativos que se han propuesto para abordar estas cuestiones.

El principal problema radica en el establecimiento de un equilibrio razonable entre el nivel de detalle específico, o microeconómico, con el que se abordan dichos trabajos y las posibilidades de establecimiento de conclusiones representativas a nivel macroeconómico. Este nivel de integración entre el plano micro y macroeconómico se evidencia en el denominado análisis mezto-económico, en el que la **metodología basada en matrices Insumo-Producto** se ha convertido en una de las herramientas más difundidas a nivel internacional.

El amplio potencial analítico en términos cuantitativos de las técnicas Input Output explica que sus aplicaciones prácticas trasciendan en la actualidad del propósito fundamental para el que nacieron: planificar el esfuerzo productivo que se le exigiría a la oferta bajo distintos escenarios de demanda.

Para la confección de una herramienta de este calado, que dibuja un entorno macroeconómico concreto, se lleva a cabo un intenso trabajo de recopilación y síntesis de la práctica totalidad de fuentes estadísticas existentes de la economía en cuestión. Estas tablas, a su vez, forman parte de un marco todavía más amplio que incluye las tablas de origen (detalle del origen producción e importaciones) y destino (los receptores de esa producción e importaciones), que establecen el punto de partida para elaborar la información más analítica de las tablas Input-Output simétricas.

La tabla Input Output simétrica es en esencia la plasmación del conjunto de un sistema económico, sobre el cual establece una medición precisa de todas sus interrelaciones y principales variables dentro de las cuentas de producción y explotación de una economía determinada.

Esta matriz simula todas las relaciones intersectoriales de una economía dada permitiendo implementar sobre ella un **modelo de naturaleza Input-Output general de demanda, que cuantifica los impactos en los vectores de producción, valor añadido y empleo, asociados a un determinado volumen de inversión / facturación en un periodo temporal de referencia**.[101]

[101] Miguel Ángel Tarancón.

6.2.- METODOLOGÍA. EL MODELO INPUT-OUTPUT DE DEMANDA

6.2.1.- Cuestiones previas

El modelo Input-Output de demanda cuenta con ventajas comparativas frente a otras técnicas metodológicas empleadas para medir estos fenómenos de impacto socioeconómico, ya que, puede contemplar con un elevado detalle sectorial los efectos de realimentación que, vía demanda intermedia, se producen en el tejido productivo, a partir del "shock" inicial de demanda final asociado al flujo de inversión introducido en el sistema productivo de referencia.

En definitiva, se puede decir que el análisis Input Output contempla un hecho bastante reconocido, pero olvidado en ocasiones: que los efectos de la demanda sobre el sistema productivo no se agotan en su simple satisfacción directa, sino que se difunden y multiplican a través del entramado de interrelaciones intermedias dominantes en el tejido económico.[102]

De esta manera, un aumento de cien euros en la demanda final (el consumo privado, la inversión, las exportaciones, el gasto público o toda la demanda en conjunto) podría generar, por ejemplo, un aumento de ciento setenta euros en la producción global del sistema económico, distribuidos según las diferentes actividades económicas.

En resumen, el modelo de demanda permite cuantificar, para cualquier rama de actividad contemplada en la tabla Input-Output de referencia, dos interesantes fenómenos económicos:

- Cómo difunde o trasmite dicha actividad las variaciones de su propia demanda final a lo largo del sistema económico, es decir, la sensibilidad de la producción, la renta o el empleo del sistema económico (o de una parte de él) a la coyuntura de la demanda final de dicha actividad.
- Cómo absorbe dicha actividad las variaciones de la demanda final de otras actividades o del conjunto del sistema económico, es decir, la sensibilidad que muestra la producción, la renta o el empleo de la actividad en cuestión ante la coyuntura de la demanda final de otros sectores o de la economía en general.

Por tanto, en el análisis de impacto de la construcción y puesta en servicio de una infraestructura de estas características resulta necesario contemplar el **sistema económico regional en su integridad,** ya que dicho impacto se extiende más allá de la contribución directa al incremento de la producción, y la consiguiente generación de rentas de capital y remuneración del trabajo incorporado en dicha actividad.

En definitiva, resulta necesario cuantificar los efectos indirectos que se generan con las compras de bienes y servicios así como de las rentas generadas, tanto de los proveedores directos como indirectos; es decir, **el efecto de arrastre de las inversiones realizadas y del funcionamiento de la infraestructura.**

Es, precisamente, en el cálculo de estos efectos indirectos, donde la estructura de relaciones intersectoriales reflejada en las tablas Insumo-Producto proporciona una herramienta adecuada para determinar el arrastre sobre el resto del sistema económico.

Adicionalmente, y mediante las relaciones existentes entre los niveles de producción y las necesidades de empleo se pueden cuantificar, tanto los efectos generados sobre la población ocupada como las rentas salariales asociadas a dichos niveles de empleo, pudiendo calcularse el aumento de la demanda potencial derivada de las nuevas rentas generadas, y el consecuente incremento adicional de la producción y el empleo que se debe producir para cubrir la nueva demanda, lo que se conoce habitualmente como **efecto multiplicador** que da origen a los conocidos como efectos inducidos.

[102] Pulido y Fontela.

El impacto total sobre el ámbito funcional en estudio –economía regional de Extremadura- se corresponderá con la suma de los impactos directos, indirectos e inducidos. [103]

Es evidente que todos los métodos tienen sus ventajas e inconvenientes, que deben ser valorados conforme a los supuestos necesarios para aceptar las conclusiones derivadas de los mismos.

La principal ventaja de la metodología input-output es la consideración explícita de un efecto multiplicador diferencial de los distintos sectores que se interrelacionan en un determinado ámbito funcional.

Con todo, al tratarse de un método estimativo también presenta algunos inconvenientes:

- En primer lugar, es necesario un caudal de información estadística muy detallado sobre las relaciones intersectoriales de las industrias que componen la estructura de una determinada región o país. Toda esta información se recoge en las llamadas **Tablas Input-Output (TIO)**. La gran cantidad de recursos necesarios para poder elaborar las TIO implica, en la práctica, que las mismas sean confeccionadas cada x años. Por lo tanto, en caso de utilizar la tabla para analizar un año que no se corresponde con el de elaboración de dicha TIO, es necesario suponer que los coeficientes técnicos de la misma no han cambiado en el tiempo.
- Otro supuesto restrictivo para poder utilizar la metodología TIO se refiere al tipo de relaciones de producción que las mismas implican, pues se supone que no existe sustituibilidad entre los factores de producción.

Pese a todo, la larga tradición de los estudios basados en tablas input-output, su carácter desagregado, y disponibilidad, aconsejan la utilización de este último procedimiento para el caso que nos ocupa.

6.2.2.- Descripción básica del Modelo Input-Output

Se describe, a continuación, el proceso de estimación de estos efectos multiplicadores de la demanda sobre la producción, el valor añadido o el empleo sectorial, a través del modelo Input-Output de demanda.

Cualquier tabla input output, y en concreto la tabla base de este análisis la tabla Input Output simétrica, muestra de forma sintética el conjunto de equilibrios contables que se producen entre los recursos utilizados por las “empresas” para desarrollar su actividad, es decir producir bienes y servicios, y los destinos que proporcionan a dicha producción.

De forma simplificada:

Recursos = producción + importaciones = demanda intermedia + demanda final = Empleos

El planteamiento parte de la cuantificación de los indicadores de desempeño sobre los que se construyen los vectores de impacto $\mathbf{I^e_t}$, para cada una de las etapas consideradas “e” (**obra y funcionamiento**), y cada uno de los años contemplados en el horizonte temporal del análisis “t”.

Estos vectores de impacto recogen las demandas directas recibidas por cada uno de los sectores productores regionales, como resultado de las inversiones efectuadas, y de las compras realizadas durante la etapa de explotación de la infraestructura.

A partir de estos vectores de impacto se calcula la producción total necesaria para abastecer esta demanda inicial $\mathbf{P^e_t}$, utilizando la formulación clásica del **modelo de Leontief**.

[103] Fco Javier de Miguel Vélez y Antonio Manresa Sánchez

Ecuación 19. Modelo de Leontief

$$P^e{}_t = \left[I - A\right]^{-1} * I^e_t$$

Fuente: Leontief, Wassily

A es la Matriz inversa de Leontief calculada sobre la matriz insumo-producto.

Calculada la producción, se obtiene la renta total generada, **VAB^e_t**, aplicando los coeficientes de valor añadido de cada rama de actividad, obtenidas igualmente de la tabla Insumo-Producto del sistema económico regional (TIO-R).

A continuación, se obtiene el total de empleo necesario para realizar esta producción, utilizando unos coeficientes de empleo calculados para cada rama de actividad CEs por cociente entre el total de empleo sectorial y la producción.

Utilizando los datos disponibles sobre salarios medios por ramas de actividad se determina la renta salarial total generada en el conjunto del sistema económico, que servirá de base para el cálculo de los denominados efectos inducidos, y que se asocian a la cantidad de producción necesaria para abastecer el consumo derivado de las nuevas rentas.

Una vez obtenidas las rentas, tanto salariales como no salariales, derivadas de la nueva infraestructura y su funcionamiento, se pueden calcular los retornos fiscales aplicando tipos impositivos medios de los principales impuestos, tanto directos como indirectos.

Los indicadores de impacto socioeconómico finalmente generados quedan resumidos en la siguiente lista:

- **Valor total de la Producción regional, Renta total (valor añadido) y Recaudación fiscal generada** por las principales figuras impositivas, tanto de forma directa, como indirecta e inducida, diferenciando la fase de inversión como la de funcionamiento.
- **Empleo total generado,** tanto de forma directa, como indirecta e inducida, diferenciando la etapa de inversión como la de funcionamiento.

El diagrama adjunto sintetiza el proceso metodológico a seguir para la cuantificación de los efectos asociados a la adecuación (construcción) y funcionamiento del corredor logístico ferroviario de altas prestaciones en Extremadura. (Cofemanex).

Gráfico 258. Metodología de Evaluación de Impacto Socioeconómico

Fuente: Universidad de Extremadura

Para alcanzar este **Cuadro de Mando** general será necesario:

- Identificar los flujos de adquisición de bienes y servicios durante las etapas de adecuación (construcción) y funcionamiento de la red ferroviaria de altas prestaciones.

- Calcular los correspondientes efectos macroeconómicos, tanto directos como indirectos e inducidos, en términos de producción, valor añadido y empleo; así como los efectos fiscales inducidos.

6.2.3.- Precisiones metodológicas

- La mera presencia del corredor logístico ferroviario supone en sí mismo un impacto notable a largo plazo que el presente análisis no cuantifica.
- Se considera a la economía extremeña como un todo homogéneo, sin contemplar posibles impactos diferenciales a nivel intrarregional, por no disponer de información para ello. No obstante, es evidente que la distribución de los impactos no afecta de igual forma a las dos provincias o a los 219 municipios extremeños, sino que, generalmente, los territorios más beneficiados serán aquellos que se encuentren en el área de influencia directa del corredor logístico ferroviario.
- Dado que no existe Tabla Input-Output (TIO) para Extremadura, de entre las doce comunidades autónomas españolas que sí disponen de TIO se ha seleccionado la TIO de la comunidad autónoma con la estructura del VAB más próxima a Extremadura (la de menor distancia euclídea). Los resultados indican que la estructura del Valor Añadido Bruto (VAB) con mayor similitud a la de Extremadura es la correspondiente a Castilla-La Mancha. Por consiguiente se ha utilizado la TIO de Castilla-La Mancha del año 2008 (última disponible).[104]

Además de lo anterior, los siguientes supuestos o limitaciones resultan inherentes a todo modelo de esta naturaleza:

- Es un modelo de **Corto Plazo**, pues supone la constancia de los coeficientes estructurales de un año dado y proporciona los efectos que un "shock" de demanda exógena tiene en este periodo.
- La **estructura productiva es constante** y no se ve afectada por la inversión realizada. El efecto económico que se recoge de la inversión en infraestructuras es el consecuente que tiene que efectuar la economía existente para satisfacer plenamente esa demanda, sin que se contemplen otros beneficios económicos inherentes a la mejora productiva de esta estructura.
- El **modelo Input-Output es lineal y no contempla ni sustitución de factores, ni economías de escala**. Este hecho es especialmente relevante a la hora de observar el efecto de creación/ mantenimiento del empleo, pues al fin y al cabo el modelo acaba asociando de manera lineal una demanda exógena a un nivel de producción y empleo que la satisface, por ello no se puede hablar estrictamente de creación de empleo. En último caso, este empleo dependerá de múltiples factores y especialmente de los institucionales del mercado de trabajo.

Como se ha referido anteriormente el horizonte temporal de los efectos de este estudio, condicionado por las características de la metodología Input Output, es el corto plazo. Sin embargo, y aunque siempre se plantean unos efectos que no cambian la estructura productiva, se pueden observar efectos del corto plazo que no son exactamente asociados al volumen de inversión, sino que ya se derivan de la puesta en funcionamiento de la nueva infraestructura, pero en su vertiente de efectos a corto plazo.

De este modo en el ámbito del estudio se desglosarían dos tipos de grupos de efectos:

[104] Cabe señalar que el modelo de impacto derivado de las tablas TIO-R opera sobre una base de coeficientes técnicos de producción, VAB y empleo; es decir, lo hace en términos relativos, de ahí que se pueda trasladar el uso de estos ratios al caso extremeño. En el caso de los valores absolutos del modelo, se ha trabajado siempre con información estadística actualizada de la región en estudio.

- **Construcción y puesta en servicio del Cofemanex**. Efectos de corto plazo atribuibles al volumen de inversión para la adecuación de la infraestructura ferroviaria y del sistema logístico en Extremadura.
- **Explotación del Cofemanex.** Efectos de corto plazo atribuibles a la intensidad de funcionamiento del corredor logístico ferroviario de altas prestaciones.

Dentro de este último grupo de efectos de muy diversa índole, se identifican tres elementos que pueden producir impactos significativos durante la fase temporal de explotación considerada:

- Incremento de los tráficos de mercancías.
- Incremento de actividades conexas a la explotación del corredor.
- Nuevas inversiones de carácter complementario.

Dentro del alcance del presente informe, se detallan de manera separada los efectos de corto plazo atribuibles al monto de la inversión y aquellos derivados de la puesta en funcionamiento de la infraestructura ferroviaria de altas prestaciones, presentando de manera global un agregado de efectos a corto plazo.

6.3.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE PARTIDA

Como ya se ha comentado, la estimación del impacto económico total exige la provisión de un nivel de información suficientemente fiable y detallada tanto para la etapa de inversión como para la de operación.

- Para la etapa de obra, los flujos a considerar, que constituirán el efecto directo, estarán formados por todas aquellas inversiones que se realicen para la adecuación del corredor logístico ferroviario;
- Para la explotación, será necesario identificar los montos totales de facturación que generarán los diferentes agentes vinculados con el corredor logístico ferroviario, y que deberían incluir, no sólo las actividades estrictas de transporte de mercancías, sino todos aquellos servicios generados alrededor de la infraestructura de referencia (mantenimiento de la infraestructura, actividades de hostelería, formación, etc.).

  Adicionalmente, se incluyen otra serie de inversiones que coadyuvan a la dinamización de la actividad de transporte en el corredor logístico (electrificación, actuaciones en plataformas logísticas, ejecución de accesos a nodos logísticos…).

El cálculo del **efecto directo** vendrá determinado por el valor añadido y el empleo utilizado en cada una de estas actividades, mientras que el **efecto indirecto** se calculará a partir de las compras de bienes y servicios que realicen a otros proveedores.

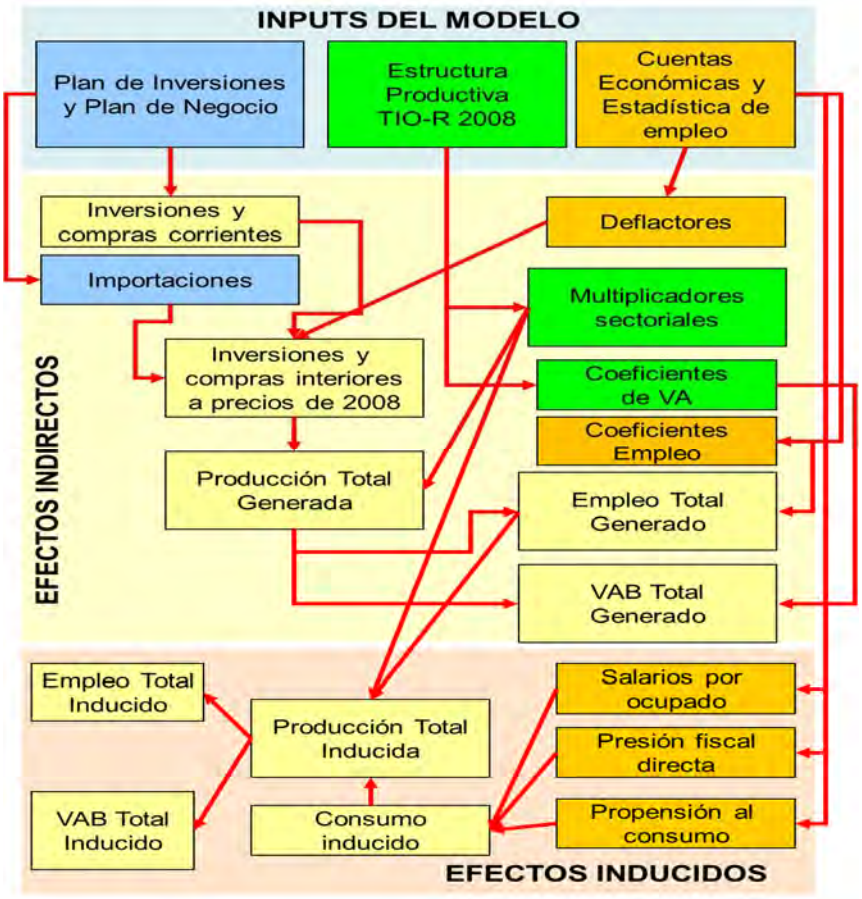
Además del cálculo de los efectos directos e indirectos, generados como consecuencia de las transacciones económicas originadas, se incluyen también los denominados **efectos inducidos**, que serían aquellos efectos provocados por las rentas generadas a partir de los anteriores.

Se identifican, generalmente, **dos tipos de efectos inducidos**, los denominados estrictamente como efectos renta y los conocidos como efectos fiscales.

- Los efectos renta recogen toda la producción, el valor añadido, y el empleo, que se genera a partir de las rentas salariales, directas e indirectas, y su posterior aplicación al consumo.
- Los efectos fiscales recogen toda la recaudación fiscal que se generaría a partir de la producción, el valor añadido y el empleo, tanto directo, como indirecto e inducido.

El diagrama adjunto representa las relaciones existentes entre los Inputs-Outputs del Modelo económico de Impacto desarrollado en la presente tesis doctoral.

Gráfico 259. Inputs-Outputs del Modelo económico de Impacto



Fuente: Universidad de Extremadura

6.3.1.- *Fase de Construcción: inversiones y supuestos a considerar*

El horizonte temporal considerado para la **fase de obra** corresponde al **periodo 2014-2016**.

El **volumen total de la inversión** prevista para la adecuación competitiva del sistema logístico de Extremadura, que comprendería no solo los trabajos de mejora en el corredor ferroviario entre Puertollano y Badajoz sino también las actuaciones asociadas al desarrollo de los nodos logísticos regionales, particularmente a la Plataforma logística de Badajoz, ascendería a **161,193 M€** [105], según la siguiente distribución por partidas principales.

[105] Las inversiones previstas en la adecuación del corredor ferroviario ascienden a 240,731 M€, y contemplan la electrificación de toda la línea. Esta hipótesis de partida, aunque es deseable y reclamada por el Gobierno de Extremadura en todos sus informes y escritos, se antoja, sin embargo, difícilmente realizable. Se debe, por tanto, efectuar una hipótesis de inversión lo más ajustada al contexto económico y dinámica inversora actual en los organismos competentes.

Tabla 128. Programa de inversiones en el Cofemanex. 1ª Fase. Periodo 2014-2016

COFEMANEX. INVERSIONES 1º FASE. PERIODO 2.014-2.016		
1	Renovación de vía	83.216.412,89 €
2	Señalización, instalaciones de seguridad y bloqueos de vía	18.200.000,00 €
3	Electrificación de la vía	20.372.330,60 €
4	Instalaciones logísticas. Plataforma Logística del Suroeste Europeo	24.950.000,00 €
5	Instalaciones logísticas. Conexiones ferroviarias Plataforma Logística Suroeste Europeo y Expaciomérida	14.454.810,52 €
	TOTAL INVERSION COFEMANEX. 1ª FASE	**161.193.554,01 €**

Fuente: Juan Francisco Coloma Miró

La distribución de la inversión en el periodo de tiempo considerado 2014-2016 se prevé realizarla de la siguiente forma:

– 2014: Renovación de vía de Aljucén-Mérida (1,58 M€) y 1ª anualidad de la Plataforma Logística (0,75 M€). Esto hace un total de 2,33 M€ que supone un 1,45% del total de la inversión prevista para la fase nº1.

– 2015: 45 % del total de la inversión, incluyendo la segunda anualidad de la Plataforma Logística y todas las conexiones ferroviarias. Se prevé un total de 72.537.100 € de inversión.

– 2016: 53,55% del total de la inversión, incluyendo la tercera anualidad de la Plataforma Logística. Se prevé invertir los 86.326.454,01 € restantes.

La asignación del gasto de inversión en cada uno de los sectores productivos de la economía regional se representa en la tabla siguiente[106]:

[106] Se ha empleado como referencia de base asignaciones similares de otros proyectos de impacto socioeconómico del ferrocarril desarrollados en España y en el extranjero.

Tabla 129. Asignación del gasto de inversión por sector productivo

	AGREGADO DE SECTORES PRODUCTIVOS:	Tipología de Costes	Asignación
1.	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca		
2.	Industrias extractivas; industria manufacturera; suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado; suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación	Relativos a la fabricación de componentes de la superestructura.	25%
3.	Construcción	Relativos a las actividades propias de adecuación /montaje de vía.	65%
4.	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos de motor y motocicletas; transporte y almacenamiento; hostelería	Relativo a la actvidad de transporte de mercancías.	(*)
5.	Información y comunicaciones		
6.	Actividades financieras y de seguros	Relativo al aseguramiento de riesgos, financiación...	1%
7.	Actividades inmobiliarias		
8.	Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades administrativas y servicios auxiliares	Relativo a actividades de control de calidad, supervisión de obra, estudios...	8%
9.	Administración pública y defensa; seguridad social obligatoria; educación; actividades sanitarias y de servicios sociales	Relativo a actividades de planificación, expropiaciones si hubiera...	1%
10.	Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento; reparación de artículos de uso doméstico y otros servicios		

(*) Se entiende que la propia importación generará retornos en la actividad de transporte, que se cifra en un 8% de los costes asignados a la importación.

Fuente: Universidad de Extremadura

Se considera, como hipótesis de trabajo, que el 35% de la inversión correspondiente a manufacturas se produce en Extremadura y el resto se importa de otras regiones[107].

De conformidad con la información y los supuestos considerados, la tabla adjunta detalla la distribución anual de la inversión, desagregada, a su vez, según los sectores de impacto en la economía regional.

Tabla 130. Distribución anual de la inversión por sectores de impacto en la economía regional

En miles de euros de cada año SECTORES DE ACTIVIDAD	TOTALES	2014 1%	2015 45%	2016 54%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	0	0	0	0
Industrias extractivas; industria manufacturera; suministro de energía eléctrica...	40.298	205	6.347	7.553
Construcción	104.775	1.519	47.149	56.107
Comercio; reparación de vehículos ; transporte y almacenamiento; hostelería	2.096	30	943	1.122
Información y comunicaciones	0	0	0	0
Actividades financieras y de seguros	0	0	0	0
Actividades inmobiliarias	1.612	23	725	863
Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades administrativas y auxiliares	12.895	187	5.803	6.906
Admón. pública; seguridad social ; educación; actividades sanitarias, servicios sociales	1.612	23	725	863
Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento;	0	0	0	0
TOTAL con Transporte	163.289			
Producción regional	137.095	1.988	61.693	73.414
Importación	26.194	380	11.787	14.027
Transporte vinculado a la importación	2.096	30	943	1.122

Fuente: Universidad de Extremadura

Nota. Los costes relativos al transporte de bienes en importación han sido computados en la tabla de inversiones en su sector correspondiente, y distribuidos proporcionalmente según anualidades durante el periodo temporal de referencia.

6.3.2.- Fase de Explotación: facturación, inversiones y supuestos a considerar

La situación óptima consistiría en la disponibilidad de los planes de negocio completos para cada una de las actividades que se desarrollarían a lo largo del eje ferroviario, que

[107] Esta asignación de la producción interior, que obedece a las características y potencialidades productivas de la economía extremeña se justifica considerando que el balasto se obtiene en Extremadura, pero las traviesas y los carriles se suministran desde otras regiones españolas.

incluyeran, como mínimo, una relación de los ingresos y gastos estimados junto con otras posibles inversiones a realizar durante la etapa de operación.

Considerando la dificultad que implica la disponibilidad de planes de negocio específicos para cada una de las actividades vinculadas a la operación ferroviaria, el modelo de simulación permite obtener resultados con inputs más simplificados, que se limitan a la valoración estimada de los ingresos totales (facturación) para cada una de las actividades, calculándose, de forma indirecta, y a partir de las estructuras productivas implícitas en la TIO-R los componentes de gasto vinculados con dichos ingresos.

Se trabaja sobre un horizonte temporal de **cinco años desde la puesta en servicio de la red** de altas prestaciones para mercancías en Extremadura. En este caso particular, el **periodo 2017-2021.**

Se considera que la explotación óptima de la infraestructura ferroviaria generará retornos / impactos en los siguientes productos / componentes de actividad:

- Mantenimiento de la infraestructura en el tramo de referencia Badajoz-Puertollano.
- Transporte ferroviario de mercancías y acarreos de la carga a/desde las terminales intermodales (aumento de la demanda).
- Actividades conexas o auxiliares de las anteriores, como formación, asesoría, hostelería, etc.
- Además de lo anterior, se incluiría una partida adicional vinculada a "otras inversiones" que resultan complementarias al desarrollo del corredor ferroviario de altas prestaciones y del sistema logístico regional.

La conversión de estas actividades/productos en vectores de impacto para la economía extremeña obedece a la disposición de una relación de criterios adoptados en otros estudios similares.[108]

– Para la actividad de mantenimiento, se toma como referencia de base el coste medio de mantenimiento de un kilómetro de red convencional (vía simple y ancho ibérico) al año en España[109].
  - El coste total de mantenimiento (todo el trazado) se distribuye entre los sectores productivos de construcción y manufacturas, a razón de una proporción de 60 (mantenimiento vía) / 40 (mantenimiento de la infraestructura).
– Transporte de mercancías: se estima una demanda potencialmente captable por el ferrocarril, y se monetizan las expectativas de incremento de los tráficos ferroviarios de mercancías en el corredor logístico de referencia, en atención al cumplimiento de los siguientes supuestos:
  - Únicamente se tendrán en consideración los impactos vinculados con los tráficos ferroviarios import/export con origen/destino en Extremadura[110].
  - Dichos impactos se entiende que tendrán reflejo a tres niveles:
    - Transporte por carretera a/desde las terminales intermodales de la región;
    - Reducción de las externalidades del transporte;

[108] Cesar Camisón Zornoza

[109] Según datos de la UIC, este coste unitario de mantenimiento asciende a 33.000 €/Km-año.

[110] Se excluyen los de tránsito por su nula contribución a la economía productiva. Por otro lado, los tráficos ferroviarios, bien sean de tránsito o import/export, aunque generan retornos económicos tanto al administrador de la infraestructura ferroviaria como a los operadores de los mismos, en términos generales, no generan impactos per se en la economía regional. Cabría, en todo caso, la posibilidad de asignar un porcentaje de los ingresos anuales de la sociedad administradora (ADIF) y de los operadores de referencia a la cuenta de explotación del modelo de impacto, pero dada la naturaleza suprarregional de estas entidades y la complejidad del ejercicio de asignación, se ha optado por prescindir de su consideración en el marco del presente análisis.

- Ganancias de competitividad para las empresas productoras de la región por la reducción de sus costes logísticos.

La cuantificación del ahorro de costes externos vinculada con el trasvase de carga de la carretera al ferrocarril forma parte del alcance del estudio ambiental del presente corredor. En el marco del presente análisis no se considera el potencial "shock" de demanda en la economía productiva regional asociado al beneficio social colectivo obtenido por la reducción de las externalidades del transporte, dada la dificultad de concretar el destino de los excedentes generados.

En el caso de los ahorros que se generarían por la mayor eficiencia y productividad del transporte, inicialmente supondrían un aumento de los excedentes empresariales (beneficio de las empresas) que, en principio, no tiene porqué generar una demanda adicional de nuevo bienes y servicios, ya que, por ejemplo, ese excedente adicional se podría emplear para aumentar la retribución de los accionistas o para reducir el endeudamiento de las empresas. En este sentido, para poder incorporar estos excedentes en el modelo de impacto habría que realizar un supuesto sobre la utilización de ese excedente, por ejemplo si se utilizara para reinvertir en capital productivo se generaría un aumento de la inversión, mientras que si se utiliza para aumentar la retribución de los trabajadores se generarían nuevos flujos de consumo.

Dada la dificultad de asignar adecuadamente el destino de las rentas no salariales generadas, se ha optado por no incorporar los efectos asociados a este nuevo flujo de impacto en el modelo.

En consecuencia, sobre la base de las consideraciones anteriores, se adjunta tabla correspondiente a la monetización de la demanda de transporte de mercancías en el corredor logístico de altas prestaciones en Extremadura para el horizonte temporal de referencia.

Tabla 131. Monetización de la demanda de transporte de mercancías. Extremadura (2017-2021)

ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA (en toneladas)					
Tipología de tráficos	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Origen-Destino tramo Extremadura	*1.163.940*	*1.190.711*	*1.220.478*	*1.263.195*	*1.326.355*
Tránsito	*1.225.588*	*1.253.776*	*1.931.745*	*1.999.356*	*2.099.324*
Total	***2.389.528***	***2.444.487***	***3.152.223***	***3.262.551***	***3.425.679***

Premisas

1) Tramo objeto de estudio (Badajoz-Puertollano) dedicado al Transporte de mercancías
2) Política comercial mucho más agresiva en los Operadores de Transporte de mercancías
3) Puerto de Sines cumple con sus previsiones de tráfico
4) Mejora de la red ferroviaria portuguesa en el tramo Sines-Badajoz (2.019-2.020)

MONETIZACIÓN DE LA DEMANDA Acarreos por carretera					
Uds.	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
miles tkm	139.673	142.885	146.457	151.583	159.163
miles €	6.872	7.030	7.206	7.458	7.831

Referencias:
Acotram (Ministerio de Fomento). Simulador de Costes
.- Camión articulado (25 Tn. carga útil): 1,230 €/Km. (en carga)
.- Se considera una distancia de acarreo (i/v) de 120 Km.

Fuente: Universidad de Extremadura[111]

[111] Acotram. Asistente para el Cálculo de los Costes del Transporte de Mercacnías por carretera. Ministerio de Fomento. Abril 2011.

- Actividades auxiliares: se realiza una estimación[112] sobre el monto de facturación vinculado a la explotación (2,0% del total). La asignación sectorial de estas actividades conexas al transporte corresponde al epígrafe de "comercio, hostelería, transporte…".
- Inversiones complementarias[113]: se computan dentro de este capítulo las inversiones destinadas a la potenciación de la logística y el Tráfico Ferroviario de Mercancías (TFM), como las actuaciones vinculadas con la electrificación de la línea de referencia y las conexiones ferroviarias (accesos) a los nodos logísticos e industriales del territorio. La asignación sectorial de esa inversión corresponderá íntegramente al sector de la construcción.

De conformidad con la información y los supuestos considerados, la tabla adjunta detalla la distribución anual de la facturación en la etapa de explotación, desagregada, a su vez, según los sectores de actividad y componentes de impacto en la economía regional.

Tabla 132. Distribución anual de la facturación por sectores de actividad (2017-2021)

	EXPLOTACIÓN					
En miles de euros de cada año SECTORES DE ACTIVIDAD	TOTALES	2017	2018	2019	2020	2021
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	0	0	0	0	0	0
Industrias extractivas; industria manufacturera; suministro de energía eléctrica...	19.734	3.947	3.947	3.947	3.947	3.947
Construcción	109.139	5.920	5.920	32.433	32.433	32.433
Comercio; reparación de vehículos ; transporte y almacenamiento; hostelería	39.702	7.207	7.368	8.078	8.335	8.715
Información y comunicaciones	0	0	0	0	0	0
Actividades financieras y de seguros	0	0	0	0	0	0
Actividades inmobiliarias	0	0	0	0	0	0
Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades administrativas y auxiliares	0	0	0	0	0	0
Admón. pública; seguridad social ; educación; actividades sanitarias, servicios sociales	0	0	0	0	0	0
Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento;	0	0	0	0	0	0
TOTAL con Transporte	168.575	17.074	17.235	44.457	44.714	45.095

Fuente: Universidad de Extremadura

Nota. En las actividades de mantenimiento, los costes se distribuyen proporcionalmente en todo el peridodo de referencia. Sin embargo, las inversiones previstas para dinamizar el transporte ferroviario de mercancías se estiman en periodo 2019-2021 después de haber puesto en marcha el LAV de Extremadura y la puesta en servicio del TAP en el tramo portugués Sines-Evora-Badajoz.

6.4.- DISEÑO DEL ESCENARIO MACROECONÓMICO DE REFERENCIA

Con el fin de contextualizar adecuadamente los resultados del análisis de impacto se procede a la construcción de un **escenario macroeconómico de referencia** que se extienda a lo largo del horizonte temporal considerado para el análisis, y que contemple los principales indicadores de impacto seleccionados: **Producción, VAB, Empleo, Retorno fiscal**.

La construcción de este escenario se estructura sobre dos alternativas metodológicas:

- La disponibilidad, para el periodo de referencia, de predicciones elaboradas por fuentes de información que resulten fiables y accesibles.
- El análisis de comportamiento de la serie temporal histórica de las variables fundamentales así como del contexto macroeconómico sobre el que interactúan,

[112] Podrá ser objeto de modificación por el Cliente en el modelo de simulación.

[113] Se computa una inversión complementaria de 79,538 M€ para el periodo 2019-2021, a tenor de la dinámica inversora y programas de actuación de las administraciones competentes. En todo caso, se trata de otro parámetro susceptible de modificación por el Cliente en la simulación.

con la finalidad de disponer de elementos de juicio que permitan estimar una dinámica evolutiva (tendencia) para cada una de ellas de manera independiente.

Un elemento importante en este tipo de aplicaciones es la disponibilidad de una serie suficientemente amplia y homogénea de información sobre la que realizar la predicción. Para tal fin, se consultan las **BBDD del Instituto Estadística de Extremadura (IEEX)** de cara a obtener la base informativa necesaria para la disposición de un **escenario de referencia consistente y contrastable**.

6.4.1.- Proyección de variables Extremadura: claves y supuestos

Las variables fundamentales a proyectar en el horizonte temporal de referencia serán:

a) Población residente

Se trabaja sobre la serie proyectada de población residente en la región proporcionada por el Instituto de Estadística de Extremadura (IEEX).

b) PIB Nominal

Se trabaja con la serie histórica obtenida de la CRE (Contabilidad Regional de España) para Extremadura que detalla la evolución del PIB a precios corrientes (PIB Nominal) en el periodo 2008-2013.

Las proyecciones para el año 2014 y siguientes se realizan considerando los siguientes criterios de referencia:

- Crecimiento económico débil o parón de actividad en la zona euro.
- Nivel de endeudamiento de la Comunidad Autónoma que limita la capacidad para dinamizar actuaciones.
- Baja diversificación de la actividad productiva, falta de dinamismo competitivo y de capital humano.

En este contexto, para los cálculos del modelo se considera un crecimiento débil (0-1% interanual) para el periodo 2014-2016, y algo más intenso (1-2% interanual) para el periodo 2017-2021.

c) Deflactor del PIB

Se toma como base el ciclo de la serie histórica española desde la crisis. Para la proyección en próximos ejercicios se toma como fuente de referencia el Banco de España, que apunta a una inflación débil y sostenida en el tiempo. A efectos prácticos, se considera una inflación constante del 0,4% interanual para todo el horizonte temporal, sobre la que se determina el PIB Real (a precios constantes) para el horizonte temporal de referencia.

d) Productividad por ocupado

La productividad aparente se expresa como el cociente entre el PIB Real y el número de ocupados. Por tanto, de las fuentes informativas citadas con anterioridad, Banco de España y CRE, se puede calcular la productividad aparente de Extremadura en la serie histórica 2008-2013.

En este sentido, se puede comprobar como el comportamiento de la productividad por ocupado es claramente anticíclico (aumentos muy superiores en las crisis y recesiones económicas que en las expansiones), debido a que el ajuste de las empresas a los cambios en la situación del conjunto de la economía y de las empresas en particular se realiza principalmente vía el empleo en vez de, como en otros países, a través de otros procedimientos como es la jornada laboral. Eso explicaría el crecimiento de la productividad por ocupado, entorno al 1,4% de promedio interanual desde el 2009.

Para los cálculos del modelo económico, se considera un incremento interanual de la productividad aparente más débil que el consignado en la serie histórica, del 0,5% para el periodo 2014-2016, y del 0,75-1,00% para el periodo 2017-2021[114].

e) Salario medio

La serie 2008-2014 se obtiene de la Encuesta de Costes laborales del INE.

Para la proyección del salario medio en el horizonte temporal de referencia, se tiene en cuenta la tendencia de la serie histórica junto con el contexto macroeconómico, estimando un crecimiento interanual del salario medio del 1% para el periodo 2014-2016 y del 1,5% para el resto de ejercicios.

A tenor de estas claves y supuestos, se configura el **Escenario macroeconómico de referencia del modelo de impacto socioeconómico**, que queda detallado en las tablas siguientes:

Tabla 133. Escenario básico 2008-2013

ESCENARIO BÁSICO DE REFERENCIA PARA EL MODELO

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Población residente						1.101.309
Variación interanual población residente						
Población de 16 años y más						931.767
Proporción de Activos (EPA, 2013)						**57%**
PIB Nominal precios corrientes (en miles de euros)	17.628.677	17.144.187	17.176.789	16.954.368	16.371.570	16.199.826
Variación interanual PIB Nominal	0	-2,7%	0,2%	-1,3%	-3,4%	-1,0%
Renta p. cápita: PIB Nominal/Población total (€/pas)						14.710
Deflactor PIB (base 2008 = 100)	100	100,1	100,2	100,2	100,2	100,8
Variación interanual PIB Real: Variación PIB Nominal-Deflactor	0,0%	-2,8%	0,1%	-1,3%	-3,4%	-1,6%
PIB Real precios constantes (base 2008) en miles de euros	17.628.677	17.127.060	17.142.504	16.920.527	16.338.892	16.071.256
Total de Ocupados (en miles de personas)	396,9	374,6	370,4	361,2	343,4	332,4
Productividad aparente: PIB Real/Ocupados	44.416	45.721	46.281	46.845	47.580	48.349
Variación interanual Productividad	0	2,94%	1,23%	1,22%	1,57%	1,62%
Salario medio (euros)	17.983	18.820	19.198	19.473	19.084	18.419
Variación interanual del Salario medio	0	4,65%	2,01%	1,43%	-2,00%	-3,48%

Fuente: Universidad de Extremadura

Tabla 134. Escenario básico 2014-2021

ESCENARIO BÁSICO DE REFERENCIA PARA EL MODELO

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Población residente	1.098.909	1.096.327	1.093.573	1.090.675	1.087.597	1.084.382	1.081.040	1.077.600
Variación interanual población residente	-0,22%	-0,23%	-0,25%	-0,27%	-0,28%	-0,30%	-0,31%	-0,32%
Población de 16 años y más	930.171	928.466	926.872	925.315	923.607	921.818	920.194	918.528
Proporción de Activos (EPA, 2013)								
PIB Nominal precios corrientes (en miles de euros)	16.280.825	16.411.072	16.575.182	16.782.372	17.034.108	17.289.619	17.592.188	17.944.032
Variación interanual PIB Nominal	0,50%	0,80%	1,00%	1,25%	1,50%	1,50%	1,75%	2,00%
Renta p. cápita: PIB Nominal/Población total (€/pas)	14.815	14.969	15.157	15.387	15.662	15.944	16.273	16.652
Deflactor PIB (base 2008 = 100)	101,20	101,60	102,00	102,40	102,80	103,20	103,60	104,00
Variación interanual PIB Real: Variación PIB Nominal-Deflactor	0,10%	0,40%	0,60%	0,85%	1,10%	1,10%	1,35%	1,60%
PIB Real precios constantes (base 2008) en miles de euros	16.087.772	16.152.630	16.250.179	16.389.035	16.570.144	16.753.507	16.980.876	17.253.876
Total de Ocupados (en miles de personas)	331,09	330,77	331,11	331,45	332,62	332,97	334,15	336,16
Productividad aparente: PIB Real/Ocupados	48.591	48.834	49.078	49.446	49.817	50.315	50.818	51.326
Variación interanual Productividad	0,50%	0,50%	0,50%	0,75%	0,75%	1,00%	1,00%	1,00%
Salario medio (euros)	18.603	18.789	18.977	19.262	19.551	19.844	20.142	20.444
Variación interanual del Salario medio	1,00%	1,00%	1,00%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%

Fuente: Universidad de Extremadura

[114]Se toma como referencia las previsiones de crecimiento de la productividad por ocupado a tiempo completo realizadas por el Ministerio de Industria (2014).

6.5.- IMPACTO SOCIOECONÓMICO. ESTIMACIÓN DE EFECTOS

Presentada la metodología y los resultados del escenario básico de referencia, se detalla, a continuación, el procedimiento de elaboración del modelo de cálculo del impacto socioeconómico del corredor logístico de altas prestaciones en Extremadura (Cofemanex).

La construcción de un modelo Input-Output de demanda sobre las tablas insumo-producto se limita a seguir la metodología anteriormente explicada, implementando el modelo sobre la tabla del tipo simétrica de la **producción de origen interior.**

Este modelo proporciona una aproximación a los efectos directos e indirectos de un "shock" exógeno de demanda del tipo que se contempla en este estudio, desencadenado por las inversiones en el corredor ferroviario y en el sistema logístico regional.

La tabla sobre la que se ha construido el modelo corresponde al año 2008 y contempla, inicialmente, más ramas de actividad que las recogidas en los datos de empleo de la CRE (Contabilidad Regional de España).

Por tal motivo, se ha procedido a crear una TIO reducida, agregada a menos sectores de actividad (los consignados en la tabla siguiente), que permita disponer de compatibilidad plena con los datos de empleo.

Tabla 135. Sectores incluidos en la TIO reducida

	AGREGADO DE SECTORES
1.	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca
2.	Industrias extractivas; industria manufacturera; suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado; suministro de agua, activid
	- De las cuales: Industria manufacturera
	Industria de la alimentación, fabricación de bebidas e industria del tabaco
	Industria textil, confección de prendas de vestir e industria del cuero y del calzado
	Industria de la madera y del corcho, industria del papel y artes gráficas
	Coquerías y refino de petróleo; industria química; fabricación de productos farmacéuticos
	Fabricación de productos de caucho y plásticos y de otros productos minerales no metálicos
	Metalurgia y fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo
	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos; fabricación de material y equipo eléctrico; fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p.
	Fabricación de material de transporte
	Fabricación de muebles; otras industrias manufactureras y reparación e instalación de maquinaria y equipo
3.	Construcción
4.	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos de motor y motocicletas; transporte y almacenamiento; hostelería
	- Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos de motor y motocicletas
	- Transporte y almacenamiento
	- Hostelería
5.	Información y comunicaciones
6.	Actividades financieras y de seguros
7.	Actividades inmobiliarias
8.	Actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades administrativas y servicios auxiliares
9.	Administración pública y defensa; seguridad social obligatoria; educación; actividades sanitarias y de servicios sociales
	- Administración pública y defensa; seguridad social obligatoria
	- Educación
	- Actividades sanitarias y de servicios sociales
10.	Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento; reparación de artículos de uso doméstico y otros servicios

Fuente: Universidad de Extremadura

6.5.1.- *Efectos Directos*

Para la etapa de obra, los flujos a considerar, que constituirán el efecto directo, estarán formados por todas aquellas inversiones que se realicen para la adecuación del corredor logístico;

Para la fase de explotación, será necesario identificar los montos totales de facturación que generarán los diferentes agentes vinculados con el corredor logístico, y que, como se ha visto, deberán incluir, no sólo las actividades estrictas de transporte de

mercancías, sino todos aquellos servicios generados alrededor del Eje ferroviario (mantenimiento de la infraestructura, actividades de hostelería, formación, etc.).

Para cada una de las ramas de actividad contempladas, se calculan, tanto la **estructura de compras de consumos intermedios por cada unidad producida Ai,j (o facturada),** como los coeficientes de **Valor añadido (CVA) y Empleo (CE),** que determinan la cantidad de valor generado por unidad producida, así como las necesidades unitarias de empleo.

Partiendo de estos coeficientes y aplicándolos a los montantes de facturación estimados para las diferentes actividades vinculadas al corredor ferroviario se obtendrían los valores del efecto directo en valor añadido y empleo, así como los vectores de impacto para la determinación de los efectos indirectos.

Ecuación 20. Cálculo de los efectos directos

Valor Añadido Directo

$$VAD_t^s = Facturación_t^s * CVA^s$$

Empleo Directo

$$EMPD_t^s = Facturación_t^s * CE^s$$

Vector de impacto indirecto

$$V_IMP_{i,t}^s = Facturación_t^s * a_{i,j} \quad \forall j = s$$

Fuente: Universidad de Extremadura

Además de los efectos directos, es necesario también cuantificar los efectos indirectos que se generan con las compras de bienes y servicios, así como de las rentas generadas, tanto de los proveedores directos como indirectos, es decir, el efecto de arrastre sobre el resto del sistema económico (**efectos indirectos e inducidos**).

6.5.2.- Efectos Indirectos

Para la determinación de estos efectos indirectos se utilizará la aproximación clásica derivada del modelo implícito en una Tabla Insumo-Producto[115] y que nos permite obtener el efecto total generado sobre el conjunto del sistema económico X, medido en términos de producción, partiendo de una demanda inicial **W**, que denominaremos vector de impacto, y de las correspondientes matrices de coeficientes técnicos **A**, que recogen los requerimientos unitarios de consumos intermedios por cada unidad producida y utilizando una expresión general del tipo:

Ecuación 21. Cálculo de los efectos Indirectos

$$X = \left[I - A\right]^{-1} * W$$

Fuente: Pulido y Fontela

En el caso que nos ocupa, será necesario generar un vector de impacto $\mathbf{W_{10x1}}$ que recoja la demanda directa recibida por cada una de las 10 ramas de actividad consideradas y en cada uno de los años incluidos en el análisis (2014-2021).

Este vector de impacto, W estará constituido por la demanda directa recibida por cada una de las ramas en el ejercicio correspondiente expresada en unidades monetarias homogéneas, es nuestro caso, miles de euros del 2008, por lo que a los valores en

[115] Pulido, A y Fontela. E. (1993):"Análisis Input-Output: Modelos, datos y aplicaciones".

términos corrientes de cada ejercicio habrá que aplicarles el valor del deflactor del PIB en base 2008 en dicho ejercicio.

Ecuación 22. Efectos indirectos. Cálculo de la demanda inicial (vector de impacto)

$$W_t^{2008} = \frac{W_t}{Def.PIB_t^{2008}} * 100$$

Fuente: Pulido y Fontela

Estos vectores de impacto durante la etapa de construcción (2014-2016) estarán constituidos por las compras totales realizadas a cada sector como resultado de la inversión ejecutada, mientras que en la etapa de funcionamiento (2017-2021) estarán constituidos por las compras de bienes y servicios intermedios que realicen los distintos agentes al resto del sistema productivo calculados a partir de los coeficientes técnicos **Ai,j.**

Tabla 136. Matriz de consumos intermedios por sectores

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	0,10301994	0,10863594	0,00019964	0,00879099	8,2381E-06	0,00041964	0,00015703	0,00033566	0,00033487	0,00377906
Industrias extractivas; industria manufacturera; sumin	0,21551502	0,21569954	0,18329463	0,12641624	0,05643385	0,00873293	0,02323688	0,09482467	0,03173643	0,06603246
Construcción	0,01490046	0,0155663	0,27533246	0,0105162	0,00643004	0,00774812	0,08800719	0,01218355	0,01201422	0,01162843
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de	0,04026212	0,08911095	0,05321756	0,12283133	0,03056434	0,00809984	0,01625378	0,03423505	0,03511703	0,039765
Información y comunicaciones	0,00091829	0,00635374	0,00374359	0,00605131	0,08758927	0,00483144	0,00195222	0,01765374	0,00883133	0,00455361
Actividades financieras y de seguros	0,014329	0,0070679	0,01610519	0,01291752	0,00601875	0,034643	0,04849906	0,01341299	0,00582842	0,0039154
Actividades inmobiliarias	0,0035486	0,01827086	0,01543475	0,05851132	0,01943037	0,01392556	0,00962678	0,03513598	0,01192755	0,04240711
Actividades profesionales, científicas y técnicas; activ	0,01205104	0,04522447	0,02155288	0,01899138	0,05838133	0,02261625	0,04825055	0,03457399	0,01913863	0,02184116
Administración pública y defensa; seguridad social ob	0,00282489	0,00668206	0,00024204	0,00653625	0,00542569	0,0018135	0,00301169	0,00368743	0,0554365	0,00598386
Actividades artísticas, recreativas y de entretenimient	0,00016118	0,00209674	0,0001017	0,00594191	0,00363715	0,00093609	0,00020396	0,03663839	0,01077187	0,18063844

Fuente: Universidad de Extremadura

De esta forma, se denomina como FAC_{st} a la facturación estimada por la actividad **s** en el periodo t, se calcularía el correspondiente vector de impacto $\mathbf{W_{st}}$ multiplicando dicha facturación por los coeficientes técnicos del sector **s** y expresados en unidades monetarias homogéneas; es decir, miles de euros de 2008.

Ecuación 23. Efectos indirectos. Vector de impacto en función de la facturación por actividad

$$W_t^s = \left(\frac{FAC_t^s}{Def.PIB_t^{2008}} * 100 \right) * a_{i,s}$$

Fuente: Pulido y Fontela

Teniendo en cuenta, tal y como se decía, que puede haber diferentes actividades vinculadas al funcionamiento del corredor ferroviario el vector de impacto final para cada periodo t, estará formado por la suma de los vectores de impacto originados en cada actividad s.

Ecuación 24. Efectos indirectos. Vector de impacto final

$$W_t = \sum_s W_t^s$$

Fuente: Pulido y Fontela

A partir de los valores obtenidos en términos de la producción total generada en cada año t $\mathbf{X_t}$ se puede estimar el **Valor añadido generado,** así como el total de **Empleo vinculado a esta producción.**

Ecuación 25. Efectos indirectos. Cálculo del VAB y empleo

$$VAB_t = X_t * CVA \qquad EMP_t = X_t * CE$$

Fuente: Pulido y Fontela

Para realizar estos cálculos se utilizarán los coeficientes de valor añadido CVA, y los coeficientes de empleo CE.

- Los coeficientes de valor añadido se calculan como el cociente entre el total de producción y el valor añadido de cada rama de actividad y representan la cantidad de valor añadido que genera cada rama de actividad por cada unidad producida.
- Por su parte, los coeficientes de empleo se calculan por cociente entre el total de puestos de trabajo utilizados por cada rama productiva y el total de producción de dicha rama, y representan los requerimientos unitarios de mano de obra por cada unidad producida.

Dado que las tablas disponibles están referidas al año 2008, los coeficientes de empleo han sido ligeramente modificados para recoger las posibles ganancias de productividad que se vayan generando a lo largo del tiempo, y que se recogen a través de la dinámica proyectada de la productividad aparente por ocupado.

Ecuación 26. Efectos indirectos. Coeficientes de empleo

$$CE_t = \frac{CE_{t-1}}{\Delta Productividad_t} = \frac{CE_{t-1}}{Productividad_t / Productividad_{t-1}}$$

Fuente: Pulido y Fontela

A partir de los niveles de empleo estimados se calculan las rentas salariales generadas RAs multiplicando dicho empleo por los salarios medios en cada una de las ramas productivas SMs. Al igual que los coeficientes de empleo, los salarios medios por sectores se han dinamizado utilizando las proyecciones realizadas para el salario medio regional (SMR).

Ecuación 27. Efectos indirectos.Rentas salariales y salarios medios

$$RA_t^s = EMP_t^s * SM_t^s$$

$$SM_t^s = SM_{t-1}^s * \Delta SMR_t = SM_{t-1}^s * \left(SMR_t / SMR_{t-1}\right)$$

Fuente: Pulido y Fontela

6.5.3.- Efectos Inducidos

En la mayoría de los análisis de impacto económico, además de los denominados efectos directos e indirectos, generados como consecuencia de las transacciones económicas originadas en la actividad analizada, se incluyen lo que se denomina **Efectos Inducidos**, y que serían aquellos efectos provocados por la renta generada a partir de los anteriores.

Generalmente se identifican dos tipos de efectos inducidos, los denominados estrictamente como Efectos Renta y los conocidos como Efectos Fiscales.[116]

- Los efectos renta recogen toda la producción, el valor añadido, y el empleo, que se genera a partir de las rentas salariales, directas e indirectas, y su posterior aplicación al consumo.
- Los efectos fiscales, recogen toda la recaudación fiscal que se generaría a partir de la producción, el valor añadido y el empleo, tanto directo, como indirecto e inducido.

Para la determinación de los efectos renta se partiría del total rentas salariales generadas (RA_t) a las que se le deducirían, tanto los impuestos directos (IMP_{dt}) como las cotizaciones sociales (CS_t), para obtener, así, una cifra de renta disponible RD_t, a la que se aplicaría la propensión media al consumo (pmc), obteniendo, finalmente, una cifra de consumo total vinculado a dichos empleos directos e indirectos.

[116] Francisco Mochón y Victor Beker

Ecuación 28. Efectos inducidos

$$RD_t = R4_t - IMPd_t - CS_t$$

$$CON_t = RD_t * pmc$$

Fuente: Mochón y Beker

A partir de esta cifra de consumo CON_t y utilizando la estructura media de distribución sectorial obtenida de las TIO, se calcularía un nuevo **vector de impacto inducido WI_t,** sobre el que se aplica un tratamiento similar al del cálculo de efectos indirectos, incluyendo, nuevamente una corrección por evolución de precios recogida a través del deflactor del PIB, y utilizando la estructura de consumo final a cada rama i derivada de la tabla c_i[117].

Ecuación 29. Cáluclo del vector de impacto inducido

$$WI_t = \left(\frac{CON_t}{Def.PIB_t^{2008}} * 100 \right) * c_i$$

Fuente: Mochón y Beker

En el caso de los efectos fiscales se identifican las principales figuras impositivas (impuestos directos e indirectos) vinculadas con la producción, el valor añadido y el empleo, directo e indirecto, y mediante la aplicación de unos tipos impositivos medios se obtendría la recaudación total inducida.

Dentro de estas figuras impositivas se incluyen, tanto la presión fiscal indirecta (IVA e impuestos especiales) calculados como porcentaje del PIB, como las cotizaciones sociales y los impuestos directos sobre la renta de personas físicas (IRPF) y empresas (Impuesto de sociedades).

La tabla adjunta detalla la estimación de los tipos impositivos con los que opera el modelo de impacto:

Tabla 137. Estimación de los tipos impositivos

TIPOS IMPOSITIVOS MEDIOS		
Tipo medio IRPF	% s/Renta	14%
Tipo medio Cotizaciones sociales	% s/Salarios	6%
Tipo medio Excedente expresarial	% s/Excedente	19%
Tipo medio Impuestos Indirectos	% s/PIB	10%
Propensión marginal al consumo	% s/Renta disponible	70%
Tipo impositivo Real (IRPF + Cotizaciones)		20%

Fuente: Universidad de Extremadura

Nota: A efectos prácticos, estos tipos impositivos se mantienen constantes para todo el periodo de referencia.

[117] Los coeficientes técnicos ci se obtienen de la TIO-R como cociente del vector consumo de hogares en cada rama de actividad i entre el total.

6.5.4.- Impacto socioeconómico. Herramienta de Simulación

El modelo diseñado se implementa en una herramienta de simulación que permita comparar diferentes niveles de impacto en función de la intensidad de las inversiones realizadas o de la actividad desarrollada tras la puesta en marcha del nuevo corredor logístico ferroviario.

A efectos de facilitar la transferencia del modelo desarrollado y su posterior utilización se ha optado por desarrollar dicha herramienta en un entorno estandarizado de fácil compresión por parte de los usuarios finales como es la hoja de cálculo tipo Microsoft EXCEL.

Hojas de entrada de información:

- **INPUTS BASE MODELO:** Donde se incluirán los datos relativos a los indicadores de desempeño en cada una de las etapas de análisis (Inversiones y Facturación) para el horizonte temporal de referencia.

Tabla 138. Impacto socioeconómico. Inputs base del modelo

ETAPA DE OBRA

Inversión	161,194	millones €

2014	2015	2016
1%	45%	54%

Asignación sectorial de la demanda

Manufacturas	25%
Construcción	65%
Estudios /Asistencias	8%
Otros (planificación, se	2%

Distribución actividad manufacturera

Producción interior	35%
Importación	65%
Transporte (importación)	8%

ETAPA DE EXPLOTACIÓN

PRODUCTOS:		2017	2018	2019	2020	2021
Mantenimiento del tramo (miles de €)		**9.867**	**9.867**	**9.867**	**9.867**	**9.867**
Construcción (vía)	60%	5.920	5.920	5.920	5.920	5.920
Manufacturas (instalaciones)	40%	3.947	3.947	3.947	3.947	3.947

Coste tipo red convencional	33.000	€/km-año
Longitud del tramo	299	km.
Coste anual trazado	9.867	miles €

Actuaciones complementarias		2017	2018	2019	2020	2021
		En miles de euros				
Electrificación de la línea	69,528			23.176	23.176	23.176
Accesos ferroviarios	10,01			3.337	3.337	3.337
	Totales	**0**	**0**	**26.513**	**26.513**	**26.513**

Inversión 79,538 millones €

	2017	2018	2019	2020	2021
Monetización de la Demanda (miles €)	**6.872**	**7.030**	**7.206**	**7.458**	**7.831**

Actividades conexas (miles de €)	2017	2018	2019	2020	2021
2% Monto explotación	**335**	**338**	**872**	**877**	**884**

Fuente: Universidad de Extremadura

- **ESCENARIO REFERENCIA:** Donde se podrán modificar los parámetros principales que alimentan el escenario macroeconómico de referencia del modelo.

Tabla 139. Impacto socioeconómico. Escenario de referencia

ESCENARIO MACROECONÓMICO DE REFERENCIA									
VARIABLES	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
PIB Nominal precios mercado (% cto.)		0,50%	0,80%	1,00%	1,25%	1,50%	1,50%	1,75%	2,00%
Deflactor del PIB (base 2008 = 100)	100,8	101,20	101,60	102,00	102,40	102,80	103,20	103,60	104,00
% Cto.	0,4	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%
Productividad por ocupado (% cto.)		0,50%	0,50%	0,50%	0,75%	0,75%	1,00%	1,00%	1,00%
Salario medio (% cto.)		1,00%	1,00%	1,00%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%

TIPOS IMPOSITIVOS MEDIOS		
Tipo medio IRPF	% s/Renta	14%
Tipo medio Cotizaciones sociales	% s/Salarios	6%
Tipo medio Excedente expresarial	% s/Excedente	19%
Tipo medio Impuestos Indirectos	% s/PIB	10%
Propensión marginal al consumo	% s/Renta disponible	70%
Tipo impositivo Real (IRPF + Cotizaciones)		20%

Fuente: Universidad de Extremadura

Hojas de consulta de resultados:

- **RESULTADOS:** Donde se presentan los indicadores de impacto, tanto en valores absolutos como en términos relativos.

6.6.- PRINCIPALES RESULTADOS

Las tablas siguientes cuantifican el impacto económico total y desagregado, tanto en términos absolutos como relativos, de las inversiones de adecuación de la línea ferroviaria y de articulación del sistema logístico regional, así como del funcionamiento del corredor logístico de altas prestaciones (intensidad de uso de la infraestructura ferroviaria y servicios auxiliares) en Extremadura.

Tabla 140. Impacto en términos absolutos de las inversiones (2014-2021)

Impactos en términos absolutos

Efectos en términos de Produccion

en miles de euros	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Total	**4.952**	**153.725**	**182.971**	**40.431**	**40.815**	**111.957**	**112.546**	**113.407**
Directos	1.988	61.693	73.415	17.276	17.439	44.980	45.238	45.621
Indirectos	1.956	60.710	72.245	14.492	14.593	43.843	44.004	44.243
Inducidos	1.008	31.322	37.312	8.663	8.784	23.134	23.304	23.543

Efectos en términos de VAB (Renta generada)

en miles de euros	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Total	**2.613**	**81.124**	**96.562**	**22.554**	**22.791**	**59.055**	**59.418**	**59.949**
Directos	943	29.279	34.842	9.058	9.159	21.161	21.322	21.561
Indirectos	1.044	32.414	38.573	8.122	8.183	23.542	23.639	23.783
Inducidos	625	19.431	23.147	5.374	5.449	14.352	14.457	14.605

Efectos en términos de Empleo (necesidades unitarias)

Empleos	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
TOTAL	**61**	**1.874**	**2.210**	**518**	**518**	**1.315**	**1.305**	**1.300**
Directos	24	738	870	229	230	526	524	524
Indirectos	23	703	829	171	170	483	478	474
Inducidos	14	433	511	117	118	305	303	302

Efectos fiscales

miles de euros	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
TOTAL	**588**	**18.238**	**21.704**	**5.078**	**5.126**	**13.220**	**13.297**	**13.410**
Imp. Renta Familiar	156	4.858	5.787	1.344	1.362	3.588	3.614	3.651
Imp. Renta Empresas	165	5.129	6.095	1.441	1.446	3.624	3.638	3.660
Cotizaciones sociales	67	2.082	2.480	576	584	1.538	1.549	1.565
Impùestos indirectos	199	6.169	7.341	1.718	1.734	4.470	4.496	4.534

Fuente: Universidad de Extremadura

Tabla 141. Impacto en términos relativos de las inversiones (2014-2021)

Impactos en términos relativos

Efectos en términos de Produccion

Expresado como % del PIB	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Total	**0,03%**	**0,94%**	**1,10%**	**0,24%**	**0,24%**	**0,65%**	**0,64%**	**0,63%**
Directos	0,01%	0,38%	0,44%	0,10%	0,10%	0,26%	0,26%	0,25%
Indirectos	0,01%	0,37%	0,44%	0,09%	0,09%	0,25%	0,25%	0,25%
Inducidos	0,01%	0,19%	0,23%	0,05%	0,05%	0,13%	0,13%	0,13%

Efectos en términos de VAB (renta generada)

% PIB	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Total	**0,02%**	**0,49%**	**0,58%**	**0,13%**	**0,13%**	**0,34%**	**0,34%**	**0,33%**

Efectos en términos de empleo (necesidades unitarias)

% Ocupados	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Total	**0,02%**	**0,57%**	**0,67%**	**0,16%**	**0,16%**	**0,39%**	**0,39%**	**0,39%**

Efectos fiscales

% PIB	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
TOTAL	**0,004%**	**0,111%**	**0,131%**	**0,030%**	**0,030%**	**0,076%**	**0,076%**	**0,075%**

Fuente: Universidad de Extremadura

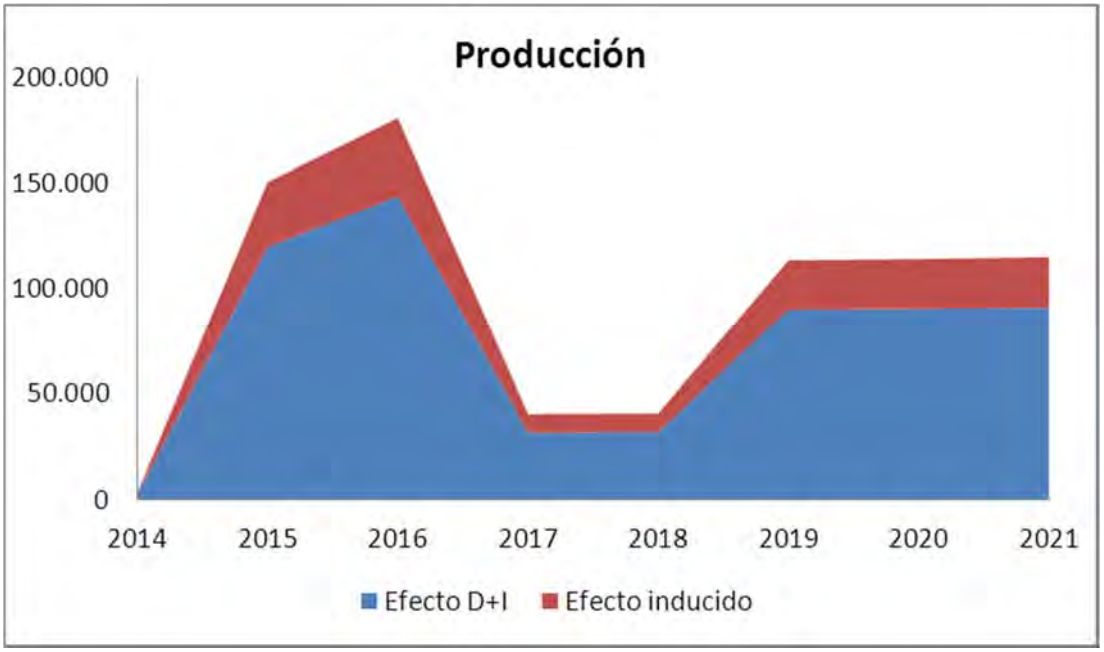
7.- CONCLUSIONES DEL ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

7.1.- EFECTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN

El impacto económico total de la inversión realizada en la construcción (adecuación) del corredor ferroviario de altas prestaciones en Extremadura y en el desarrollo del sistema logístico regional supera los **341 millones de euros en el periodo 2014-2016**, lo que equivale a un **retorno** en la dinámica productiva regional de **2,12 euros por cada euro de inversión**.

Así pues, el desembolso de las inversiones previstas provocará un **efecto de arrastre (indirecto más inducido)** en la economía regional, por incremento de la actividad del sistema productivo y por el efecto del incremento de las rentas dedicadas al consumo, **de más de 205 millones de euros en el periodo 2014-2016, lo que representa un efecto multiplicador de 1,49** (es decir, que por cada euro de demanda directa en el sistema productivo regional se generaría un efecto de arrastre de 1,49 euros en la economía del territorio).

Gráfico 260. Impacto de las inversiones en la Producción (2014-2021)



Fuente: Universidad de Extremadura

Por anualidades, cabe destacar fundamentalmente el ejercicio 2016, donde los efectos totales sobre la producción llegarían a representar el 1,10% del PIB regional proyectado para ese año. En conjunto, el impacto total de este shock de demanda en el periodo 2014-2016 equivaldría al 2,07% del PIB nominal de Extremadura en 2013[118].

Durante la fase de explotación, las actuaciones (inversiones) complementarias en el sistema logístico regional mediatizan los resultados, aunque cabe destacar los efectos asociados al incremento de la demanda de transporte en el periodo 2019-2021.

La **contribución de los efectos inducidos**, es decir, la demanda de bienes y servicios del consumo que realizan todos los trabajadores cuyos ingresos dependen, directa o indirectamente, de los efectos anteriores (directos más indirectos), **equivale al 20,4% del impacto total en la Producción** en el horizonte temporal de referencia.

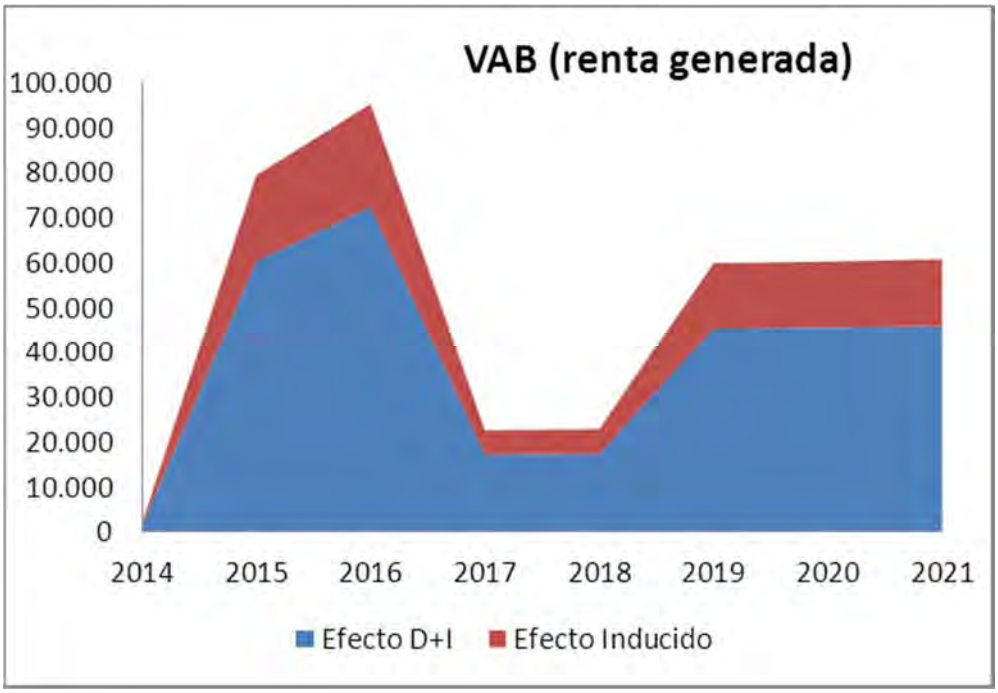
[118] Contabilidad Regional Extremeña 2013. (CRE).

A la vista del gráfico anterior, se puede comprobar la intensidad del efecto derivado de los flujos de inversión en el sistema productivo regional, tanto antes del 2017 como del 2019 en adelante.

7.2.- EFECTOS SOBRE EL VAB (RENTA GENERADA)

La lógica del impacto sobre el VAB incrementa la importancia de las actividades de servicios en virtud del peso que tiene el VAB dentro de la producción en estas actividades.

Gráfico 261. Impacto de las inversiones sobre el VAB (2014-2021)



Fuente: Universidad de Extremadura

En cuanto a la importancia sobre la economía residente que se observa en la relación con el VAB de Extremadura en 2013[119], el agregado de inversiones para el periodo 2014-2016 vendría a representar el 1,22 % del VAB autonómico (2013), con la construcción, la industria y los servicios como actividades motoras principales.

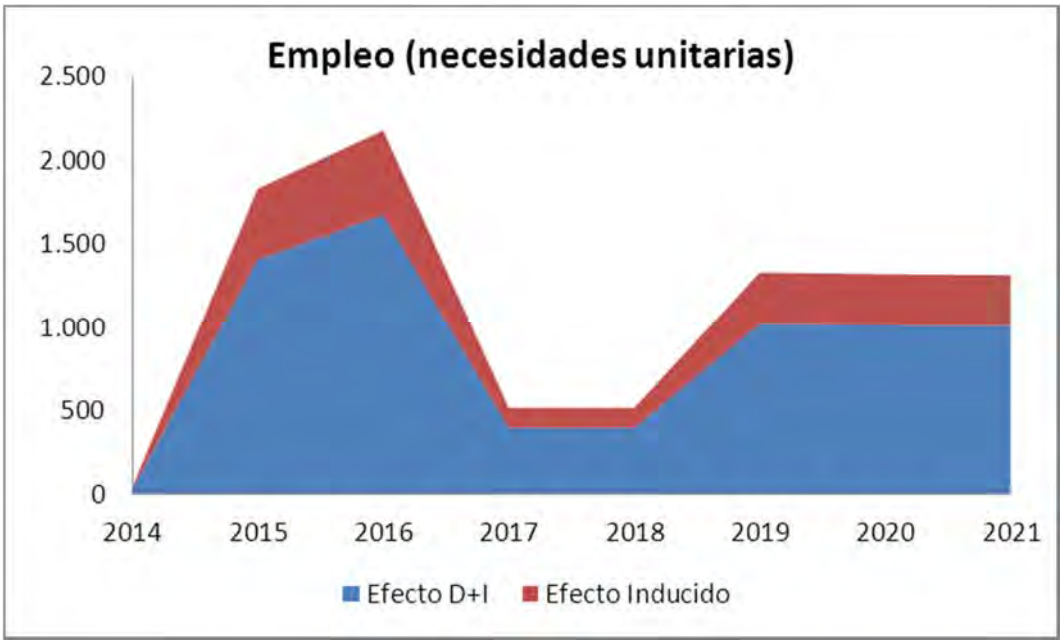
Con respecto al PIB regional estimado, el VAB generado en el horizonte temporal de referencia representaría hasta un 0,6% del PIB de Extremadura en el ejercicio 2016.

7.3.- EFECTOS SOBRE EL EMPLEO

Las necesidades unitarias de empleo para el **periodo 2014-2016** (fase de obra) se cifrarían en **más de 4.100 puestos de trabajo**. Cabe destacar que se trata de requerimientos unitarios de mano de obra por cada unidad producida; es decir, que el alineamiento de estas necesidades laborales con el volumen real de empleo generado finalmente dependerá básicamente del comportamiento del mercado de trabajo en España en ese momento.

[119] Contabilidad Regional Extremeña 2013. (CRE).

Gráfico 262. Impacto de las inversiones sobre el Empleo (2014-2021)



Fuente: Universidad de Extremadura

Para la etapa de explotación, el detalle anual de empleo asociado al funcionamiento del corredor ferroviario de altas prestaciones ofrece cifras de generación de empleo que oscilan, desde los prácticamente 500 empleos por ejercicio para los dos primeros años de explotación de la línea mejorada, hasta los 1.300 del periodo 2019-2021, resultantes del incremento de la demanda de transporte y particularmente de las nuevas inversiones de mejora del sistema logístico regional.

Por ramas de actividad, el empleo ligado a los efectos de estas inversiones guarda una gran relación con el detalle de los efectos por ramas de actividad de la producción y el VAB.

No obstante, se observa cómo se acrecienta la importancia de las actividades de servicios como generadoras de empleo en el contexto de los efectos asociados a estas inversiones.

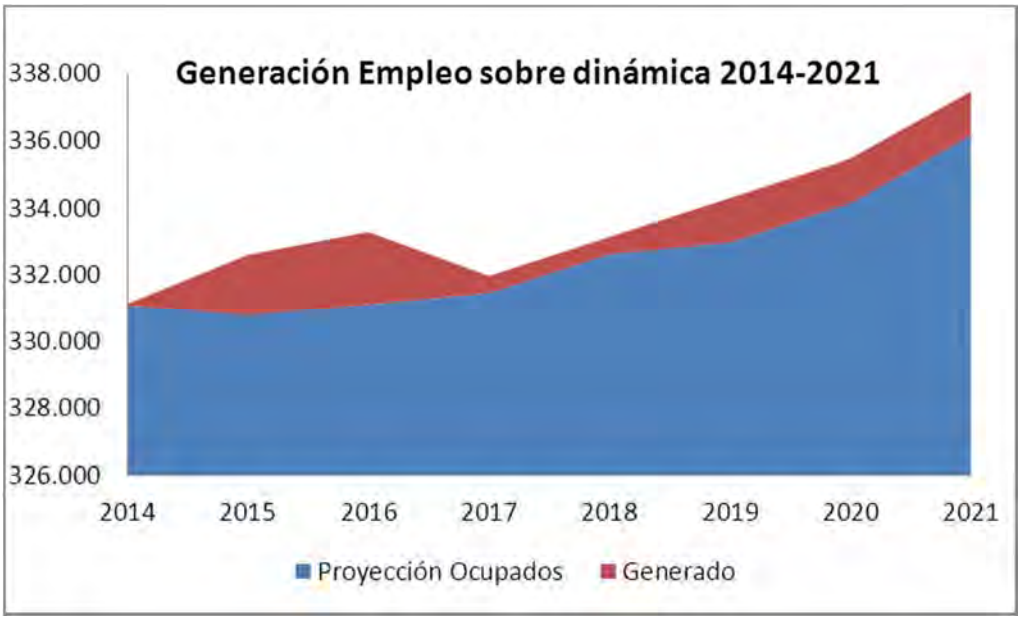
En términos relativos, el volumen de empleo generado durante la fase de adecuación de línea Badajoz-Puertollano y de desarrollo del sistema logístico regional equivaldría al **1,24% del total de ocupados de Extremadura en 2013**[120]**.y al 0,77% de la población activa.** [121]

Además de lo anterior, el ratio de empleo asociado al volumen de inversión efectuada ascendería a **un coste unitario de 39.000 euros por empleo generado** en el periodo 2014-2016.

[120] Contabilidad Regional Extremeña 2013. (CRE).

[121] Encuesta de Población Activa (EPA, 2013).

Gráfico 263. Generación adicional de empleo sobre Escenario básico de referencia 2014-2021



Fuente: Universidad de Extremadura

Con relación a la dinámica de empleo proyectada para Extremadura, expresada en nº de ocupados en el Escenario macroeconómico de referencia, cabe indicar que, durante la fase de obra, el volumen de empleo adicional generado llegaría a representar en 2016 el 0,7% del total de ocupados de la región; Mientras, en la fase de explotación, el impacto relativo se situaría en el 0,4%.

7.4.- EFECTOS FISCALES

Los **retornos fiscales** computados en el horizonte temporal de referencia (2014-2021) ascienden en conjunto a unos **90 millones de euros**, desagregados de la siguiente forma: 45% durante la etapa de obra (adecuación) y 55% durante el periodo de explotación.

El **ratio de retorno en forma de impuestos** de las inversiones de adecuación del corredor ferroviario y del sistema logístico regional (2014-2016) se sitúa en 0,25; es decir, que cada euro invertido en la mejora de las prestaciones de la red ferroviaria Puertollano-Badajoz y del sistema logístico extremeño genera un retorno fiscal de **25 céntimos de euro**, incluyendo en dicho cálculo los impuestos, directos e indirectos, y las cotizaciones sociales de los empleos generados (trabajadores).

Por último, resulta necesario destacar que esta evaluación de impacto socioeconómico se limita a evaluar las consecuencias generadas por la nueva infraestructura sobre la estructura económica actualmente existente.

Por ello, no se han contemplado en el cálculo los crecimientos de la producción, la renta y el empleo ocasionados por la explotación de las nuevas oportunidades de negocio que el corredor ferroviario producirá por su mera existencia.

Tampoco se incluye en esta cuantificación la evaluación de los efectos derivados del aumento de la productividad de las empresas gracias a la liberación del tiempo de trayecto en los desplazamientos, ni los efectos ligados al ahorro de costes externos (energía, siniestralidad vial, emisiones…) a consecuencia del trasvase de carga de la carretera al ferrocarril en escenarios futuros.

PARTE III
ESTUDIO AMBIENTAL

PARTE III. ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

8.- CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL COFEMANEX

8.1.- INTRODUCCIÓN

Extremadura destaca en el ámbito europeo por su patrimonio ambiental bien conservado. Más de 1/3 del territorio de la Comunidad Autónoma cuenta con diversas figuras de protección ambiental. Se tiene, la obligación de conservar este recurso, poniéndolo en valor para rentabilizarlo en forma de oportunidades, y no freno, para el desarrollo sostenible de la región.

El estudio no pretende sustituir al preceptivo "***Estudio de Impacto Ambiental"*** que debería realizarse en forma y plazos conforme a la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre*, de evaluación ambiental, la *Ley 5/2010, de 23 de junio, de prevención y calidad ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura* y *Ley 39/2003, de 17 de noviembre, del Sector Ferroviario.*

8.2.- OBJETIVOS

El objetivo de esta tercera parte de la tesis doctoral es realizar una previsión de los efectos ambientales más relevantes de la adecuación de la línea férrea extremeña actual a una línea de transporte de mercancías de altas prestaciones, con especial atención al **ahorro de emisiones de CO_2**.

La consecución de estos objetivos permite obtener conclusiones sobre la conveniencia o no de adaptar la línea ferroviaria, en su tramo extremeño, desde dos puntos de vista: su compatibilidad con el mantenimiento de los valores ambientales y compatibilidad con las políticas sobre cambio climático.

El punto de partida es una infraestructura ferroviaria obsoleta, en la que el material rodante se ve limitado en sus posibilidades de servicio, con un bajo nivel de utilización, tanto en el transporte de personas como en el de mercancías, que surca la provincia de Badajoz desde su capital, pasando por Mérida, Don Benito, Villanueva de la Serena, Campanario, Castuera y Cabeza del Buey.

8.3.- METODOLOGÍA

Para lograr el objetivo marcado se han descrito en primer lugar las **posibles acciones impactantes** del proyecto, después se ha realizado **un inventario sobre los distintos valores o factores ambientales susceptibles de recibir impacto**. De la interacción entre las acciones del proyecto, tanto en la fase de ejecución, como en la de explotación, se han enunciado y descrito brevemente los posibles efectos ambientales.

Sobre los valores ambientales existentes en la situación preoperacional se destaca la amplitud cuantitativa y cualitativa de ellos debido a la longitud del trazado de la línea, casi 200 km en Extremadura.

8.4.- RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

La línea surca un mosaico de **coberturas vegetales**, básicamente de carácter agroforestal en la que se pueden diferenciar las siguientes formaciones:

– Arbolado de encinas, alcornoques y/o pinos (longitud 18,12 km).

– Formaciones arbustivas: jarales, retamales y nanomatorrales (longitud 25,20 km).
– Pastizales, con carácter pseudoestepario y uso ganadero (longitud 65,52 km).
– Tierras arables con cultivos herbáceos extensivos en secano y/o cultivos leñosos como viña, almendro, higuera y/u olivar; y campos de cultivo intensivo anual y plurianual de regadío (longitud 80,83 km).
– Riberas y bosques riparios (longitud 1,45 km).

Entre las **especies florísticas** que podrían suponer un condicionante en el proyecto están:

– *Armeria genesiana subsp. belmonteae* o armería, catalogada en peligro de extinción. Se encuentra por encima de los 400 msnm, en suelos ácidos con texturas gruesas conviviendo con otras especies de matorral aclarado como jogarzos y especies de pastizales seriales y ocasionalmente alcornocales. Se puede encontrar entre otros lugares en el centro norte de la provincia de Badajoz.
– *Acer monspessulanum* o acer de Montpellier, catalogada como vulnerable, en la zona de estudio podríamos encontrarla en el este de la provincia, en cotas superiores a los 500 msnm, en suelos ricos en materia orgánica, formando sotobosques con rebollos quejigos, madroños, genistas y/o escobas.
– *Serapia perez-chiscanoi* o gallos, en peligro de extinción, se puede localizar en las vegas del Guadiana del entorno de Mérida, es un endemismo de esta zona. Se asienta sobre suelos de textura fina, en depresiones húmedas.

Los principales efectos ambientales sobre la flora serán:

– Destrucción directa de la vegetación.
– Degradación de las comunidades vegetales.
– Pérdidas en productividad por aumento de los niveles de inmisión de partículas.
– Afecciones a la vegetación freatófila.
– Cambios en las comunidades vegetales por pisoteo.
– Aumento del riesgo de incendios.

La gran variedad de los usos del suelo y la diversidad geomorfológica de los espacios atravesados por la línea férrea aportan a la fauna todo un elenco de biotopos y hábitats de gran valor, que constituyen enclaves para la supervivencia de numerosas **especies animales**. Entre las especies de fauna que podrían condicionar las determinaciones del proyecto están:

– Garcilla cangrejera (*Aredea ralloides*), catalogada en peligro de extinción. En la desembocadura del Río Aljucén en el Guadiana.
– Avutarda (*Otis tarda*), catalogada sensible a la alteración de su hábitat. Entre Valdetorres, Don Benito y Castuera.
– Ganga (*Pterocles alchata*), catalogada sensible a la alteración de su hábitat. Entre Valdetorres, Don Benito y Castuera.
– Sisón (*Tetrax tetrax*), catalogada sensible a la alteración de su hábitat. Entre Valdetorres, Don Benito y Castuera.
– Alcaraván (*Burhinus oedicnemus*), catalogada como vulnerable. Entre Valdetorres, Don Benito y Castuera.
– Aguilucho cenizo (*Circus pygargus*), catalogada sensible a la alteración de su hábitat. Entre Valdetorres, Don Benito y Castuera.
– Cigüeña negra (*Ciconia nigra*), catalogada en peligro de extinción. Entre Castuera y Cabeza del Buey.

– Milano real (M*ilvus milvus*), catalogada como vulnerable. En el entorno del Embalse de la Serena.
– Alimoche (*Neophron percnopterus*), catalogada como vulnerable. En el entorno del Embalse de la Serena.
– Buitre negro (*Aegypius monachus*), sensible a la alteración de su hábitat. En el entorno del Embalse de la Serena.
– Águila real (*Aquila chrysaetos*), catalogada como vulnerable. En el entorno del Embalse de la Serena.
– Águila perdicera (*Hieraaetus fasciatus*), catalogada sensible a la alteración de su hábitat. En el entorno del Embalse de la Serena.
– Águila imperial ibérica (*Aquila heliaca adalberti*), catalogada en peligro de extinción. En el entorno del Embalse de la Serena.

Los principales efectos residuales sobre la fauna podrían ser los siguientes:

– Reducción de la movilidad por fragmentación de hábitats. Efecto barrera de la infraestructura.
– Cambios en el hábitat al modificar suelos, patrones actuales del movimiento del agua en el suelo y cambios en la vegetación.
– Abandono de lugares de reproducción por aumento de la frecuentación humana o ruidos durante la construcción.
– Desaparición o disminución de lugares importantes para la reproducción o la alimentación.
– Muerte por atropello o electrocución.
– Destrucción directa de la fauna, principalmente edáfica.
– Destrucción del hábitat de especies terrestres.
– Incremento de la caza y la pesca. Posible aumento del furtivismo (utilizando la línea como vía de entrada a lugares poco accesibles).

Sobre **el factor geodiversidad**, no existe en el entorno de la traza valores conocidos que supongan un condicionante para la adaptación de la línea ferroviaria. Por otro lado, teniendo en cuenta que la adaptación de la línea no requiere trabajos de rectificación de la traza en alzado los efectos sobre este factor serán nulos o de muy baja intensidad. Se podrían producir los siguientes efectos:

– Pequeñas y localizada modificaciones de las formaciones geológicas locales.
– Aumento de la inestabilidad de laderas por vibraciones durante la ejecución y explotación. Se producirá un incremento del tráfico con nuevas composiciones ferroviarias más rápidas y pesadas.

Sobre el **factor suelo**, la línea perpetuará la ocupación actual de terrenos de muy distintas clases agrológicas, en total 503,05 hectáreas. De ellas solo el 31% corresponde a suelos con excelentes calidades agronómicas (que soportan la producción agrícola permanentemente), el 36% son suelos con características agronómicas medias (con limitaciones para el cultivo), siendo el resto tierras cuya vocación es ganadera y/o forestal. La adaptación de la línea, incluso considerando la realización de obras auxiliares, no ocasiona una pérdida de suelo significativa sobre el total disponible de este recurso en la región.

En lo que respecta al subsuelo, no se ha detectado la existencia de formaciones singulares que pudieran condicionar el proyecto. Sí es necesario destacar que la traza de la línea, en las Vegas del Guadiana, pasa por encima de suelos con aluviones y acuíferos de alta transmisividad, se trata de una zona muy sensible ante posibles vertidos accidentales.

Teniendo en cuenta las dimensiones del trazado, son múltiples los puntos en los que el factor agua se puede ver afectada a nivel superficial, siendo a nivel subterráneo el acuífero 21 de las unidades hidrogeológicas de Vegas Bajas y Vegas Altas del Guadiana el que podría verse afectado por vertidos accidentales tanto en la fase de ejecución como en la de explotación.

Los efectos ambientales sobre el suelo y el subsuelo serían los siguientes:

– Pérdida de estructura y textura natural por compactación y aporte de materiales foráneos. Sería de poca extensión superficial.

– Aumento de la erosión.

– Posible contaminación profunda de los suelos causada por vertidos accidentales durante la ejecución de las obras o durante la explotación de la línea férrea desde los trenes en circulación.

La **calidad del aire** es muy importante por sus efectos sobre otros componentes del ecosistema, tales como la vegetación o la salud humana. Los posibles efectos, tras las medidas protectoras, correctoras y compensatorias propuestas, serían:

– Aumento de los niveles de inmisión: de partículas de polvo (principalmente en la fase de construcción), metales y gases de efecto invernadero (estos dos últimos también en la fase de explotación).

– Incremento de los niveles sonoros: continuos y puntuales tanto en la fase de ejecución como en la de explotación.

Es necesario llamar la atención sobre la necesidad de implementar pantallas acústicas opacas en el trazado con el fin de mantener los niveles de ruidos en el entorno de la traza dentro de los límites normativos.[122]

Sobre **el agua** es previsible, aunque poco probables y limitados en el tiempo, que se produzcan los siguientes efectos:

– Pérdida de calidad de aguas, por contaminación física o química.

– Efecto barrera, que podría modificar los patrones de movimiento del agua actuales en el suelo.

– Cambio en los flujos de caudales.

– Cambio de los procesos de erosión y sedimentación.

– Modificación de la tasa de recarga de los acuíferos.

La línea férrea surca variados **paisajes**, se han podido diferenciar las siguientes unidades paisajísticas:

– Unidad paisajística integrada por espacios periurbanos con carácter de ciudad. Entorno de Badajoz, Mérida, Don Benito, Villanueva de la Serena, Campanario, Castuera y Cabeza del Buey.

– Unidad paisajística integrada por espacios periurbanos de poblaciones con carácter rural. Entorno del resto de poblaciones.

– Unidad paisajística formada por campos de cultivo de secano: herbáceos extensivos, viña y olivar sobre entornos planos o suavemente ondulados.

– Unidad paisajística integrada por espacios adehesados, con arbolado de encinas, alcornoques sobre entornos planos o suavemente ondulados.

[122] Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental; el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

– Unidad paisajística integrada por formaciones arbustivas sin arbolado con o sin uso ganadero en penillanuras.
– Unidad paisajística formada por penillanuras en las que existen tierras arables de labor en secano (sin arbolado) y pastizales con carácter pseudoestepario.
– Unidad paisajística integrada por tierras con cultivo permanente de regadío en vegas sobre espacios bidimensionales.
– Unidad paisajística integrada por vegetación de riberas y bosques riparios.
– Unidad paisajística formada por espacios agroforestales con encinas, alcornoques, pinos, matorral y pastos, sobre entornos serranos.

No son previsibles efectos ambientales significativos sobre el paisaje. La infraestructura lleva sobre el territorio casi un siglo y medio, de modo que se ha naturalizado en gran parte. Por otro lado se propone un amplio programa de plantaciones que permitiría una buena integración en el medio.

Como es evidente, el desarrollo del proyecto podría afectar a **inmuebles públicos o privados**, infraestructuras, cultivos, cosechas pendientes, derechos de arrendamiento mediante ocupaciones temporales, permanentes o la imposición de servidumbres. Todo ello condiciona el proyecto, si bien su interés general justifica en preceptivo expediente expropiatorio mediante el cual se satisfaría el justiprecio.

El desarrollo de la actuación también afectará a otros **bienes cuya restauración será necesaria**: vías pecuarias, caminos públicos, tendidos eléctricos, infraestructuras de riego como canales y desagües.

El proyecto **no afecta a humedales RAMSAR**, pero si ocupa espacios próximos o propios de algunos **espacios naturales protegidos**:

– ZEPA Embalse de Montijo.
– ZEPA La Serena y sierras periféricas.
– ZEPA, Sierras de Peñalsordo y Capilla.
– ZEPA Embalse de la Serena.
– LIC Gévora Bajo.
– LIC Aljucén Bajo.
– LIC Guadiana alto-Zújar.
– LIC Guadiana alto-Zújar y LIC Río Guadámez.
– LIC La Serena.
– Hábitat 92AO Bosque de galería.
– Hábitat 91B0 Bosques de fresnos.
– Hábitat 92D0 Matorrales ribereños.
– Hábitat fructicedas de retamas y ahulagas.
– Hábitat fructicedas de enebros.
– Hábitat matorrales con retamas y genista.
– Hábitat subestepas.
– Hábitat dehesas.

También el trazado se adentra en algunas **zonas de importancia de aves:**[123]

[123] Según los trabajos desarrollados por la Sociedad Española de Ornitología, SEO/ BirdLife

- IBA 276. Llanos De Olivenza - La Albuera, Badajoz y Villalba de los Barros.
- IBA 290. Botoa - Villar Del Rey.
- IBA 289. Lácara – Morante.
- IBA 287. Sierra Sur de Montánchez - Embalse de Cornalvo.
- IBA 277. Alange.
- IBA 285. Don Benito – Guareña.
- IBA 280. La Serena.
- IBA 279. Puerto Mejoral - Almorchón - Cabeza del Buey.

Aunque no es previsible, sobre todo considerando las medidas protectoras, correctoras y compensatorias propuestas, la protección de estos espacios naturales protegidos y zonas de importancia de aves podrían ser condicionantes en las soluciones alternativas del Estudio Informativo y/o el proyecto de construcción definitivo.

Las **medidas protectoras, correctoras y compensatorias** se pueden subdividir en dos grupos. Por un lado todas aquellas que no generan una unidad de obra medible de forma independiente del resto de unidades de obras del proyecto definitivo de construcción. Estas dependen básicamente de la observación de las buenas prácticas en la construcción, llevadas a cabo con sensibilización ambiental sobre la incidencia de éstas en el medio. Por otro lado, aquéllas que sí generan medición y precio, y por tanto formarán parte contractual del proyecto de construcción definitivo. Se muestra un resumen de todas ellas:

- Delimitación de las obras mediante balizas.
- Posibles limitaciones en el calendario de ejecución de las obras para no interferir en la reproducción o dispersión de determinadas especies de fauna.
- Establecimiento de áreas de exclusión para el emplazamiento de parques de maquinaria e instalaciones auxiliares.
- Se observarán las indicaciones de **COST 341** sobre fragmentación de hábitat en relación con las infraestructuras de transporte en España, Dirección General de Investigación de la Comisión Europea, Ministerio de Medio Ambiente del Gobierno de España, Cooperación Europea en el Campo de la Investigación Científica y Técnica, y Universitat de Barcelona (2002).
- Se tendrán en cuenta las prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales. Documento para la reducción de la fragmentación de hábitat causada por infraestructuras de transporte del Ministerio de Medio Ambiente del Gobierno de España (2007).
- En el caso de ejecutarse en fases posteriores la electrificación de la línea férrea, se tendrán en cuenta en las instalaciones de suministro las especificaciones del *Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto,* por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Limitaciones en la altura y pendiente de los taludes.
- Riego continuo de caminos y zonas de circulación de maquinaria.
- Implementación de pantallas acústicas opacas fonoabsorbentes.
- Se realizará el mayor número de instalaciones y operaciones de obra dentro del mismo recinto que ocupará la vía.
- Se elaborará un **Plan de Previsión de Desmantelamiento** para aquellas instalaciones y vías en desuso que se tuviesen que ubicar fuera del recinto que acogerá al trazado, incluyendo la eliminación de las soleras, silos, balsas, casetas,

etc., así como la restauración morfológica, descompactación del suelo mediante escarificado, drenaje y revegetación de las zonas desnudadas o compactadas por el movimiento de maquinaria.

- Se evitará la presencia de suelos desnudos mediante la pronta revegetación de taludes, explanaciones, préstamos y viales de obra.
- Se desmontará la vegetación de porte arbóreo y matorral estrictamente necesaria, procurando respetar el máximo número de pies de arbolado y los ejemplares de matorral más desarrollados.
- Se realizará una limpieza general de la zona afectada a la conclusión de las obras. No se permite el abandono de ningún tipo de material sobre el terreno. El proyecto de construcción contará con un anejo de gestión de residuos conforme al REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Se realizarán hidrosiembras, repoblaciones con especies forestales y plantaciones.
- Se realizará una adecuada gestión de la tierra vegetal para su posterior reempleo en las tareas de restauración de suelos e integración paisajística de la infraestructura.
- Se diseñará un **Plan de Prevención de Incendios** en función de la época del año y de las características de la vegetación de cada zona y de acuerdo con lo establecido en el Plan de Prevención de Incendios Forestales de la Comunidad Autónoma de Extremadura (**Plan PREIFEX**) y el Plan de Lucha contra los Incendios Forestales de la Comunidad Autónoma de Extremadura (**Plan INFOEX)**. Siguiendo las indicaciones señaladas en dichos planes respecto a la eliminación de los restos vegetales.
- Se comunicará al coordinador de Agentes del Medio Natural de la zona, el inicio de los trabajos para realizar la supervisión ambiental de los mismos y apoyar en caso de aparición de especies protegidas.
- Todos los bienes y derechos objeto de expropiación necesarios para la ejecución de las obras serán satisfechos a sus titulares mediante el abono de su justiprecio expropiatorio.
- Todas las estructuras agrarias (vías pecuarias, caminos públicos, tendidos eléctricos, infraestructuras de riego, etc.) afectadas por el desarrollo del proyecto serán restituidas.

8.5.- CONCLUSIONES

Los efectos ambientales directos o indirectos, residuales, tras la adopción de las medidas protectoras, correctoras y compensatorias descritas, a falta de la realización del preceptivo Estudio de Impacto Ambiental, se puede decir que serán compatibles con la ejecución y puesta en servicio del corredor ferroviario. **El impacto final total del proyecto sería muy bajo** y se produciría una recuperación rápida de las condiciones naturales iniciales.

En el Anexo VI "*Caracterización Ambiental del Cofemanex*", se incluyen unos planos donde se representan los distintos espacios protegidos en Extremadura y la traza del Cofemanex. Estos planos facilitan la interpretación de la **caracterización ambiental** antes descrita y la posible afección de las distintas actuaciones que se tengan previstas en el Cofemanex.

9.- EMISIONES DE CO2

9.1.- INTRODUCCIÓN

La creciente sensibilización sobre la incidencia de las **emisiones de CO_2** y otros gases de efecto invernadero sobre el cambio climático justifica por sí misma la inclusión en el estudio de un apartado específico sobre el ahorro de emisiones derivadas de la explotación del corredor.

La actividad humana, desde la revolución industrial mediante el empleo de combustibles fósiles está logrando modificar la composición natural de la atmósfera, incrementando los llamados **Gases de Efecto Invernadero (GEI).** Debido a esto se está produciendo un calentamiento del planeta. La temperatura media de la tierra ha aumentado 0,76º C desde 1850 y la mayor parte del calentamiento ha tenido lugar en los últimos 50 años.

En los años 70 se produjo una toma de conciencia en diversas instancias sobre este problema. Fruto de ello son numerosos convenios y compromisos internacionales para reducir las emisiones de GEI. Dejar los niveles de emisión de GEI en los niveles de 1990 requiere reducir entre un 50 y un 70% las emisiones mundiales.

La **Directiva 2010/75/UE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) estableció la necesidad de que determinadas instalaciones cuenten con Permiso de Emisión de GEI y la obligación de que los Estados miembros elaboren un **Plan Nacional de Asignación** que determine la cantidad total de derechos de emisión (y también los procedimientos de asignación de derechos).

La mencionada Directiva obligó a realizar cambios legislativos en España que se recogieron en **Ley 13/2010, de 5 de julio**, por la que se modifica la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, para perfeccionar y ampliar el régimen general de comercio de derechos de emisión e incluir la aviación en el mismo.

En la Ley 13/2010 no se contemplan expresamente las emisiones en el sector del transporte por carretera o ferrocarril, aunque se puede afirmar que las emisiones de GEI del sector del transporte terrestre sí tienen incidencia en las emisiones de todas aquellas actividades que lo integren de forma directa o indirecta (tal como se recoge en los distintos alcances del Green House Gas Protocol).

También **el Gobierno de Extremadura decidió tomar un posicionamiento activo frente a las variaciones climáticas** previstas, y para ello, se aprobó la Estrategia de Cambio Climático para Extremadura (2009-2012), que marcaba las directrices a seguir en materia de mitigación y adaptación al cambio climático. Entre las estrategias se incluían medidas concretas como "*Desarrollar inventarios anuales de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y contribuir al desarrollo y demostración de enfoques innovadores, tecnologías, métodos e instrumentos*".

Todo ello subraya la necesidad del análisis del ahorro en las emisiones de CO_2. Este análisis se ha centrado en las **emisiones directamente imputables a la puesta en servicio de la línea férrea Badajoz - Puertollano** como corredor de altas prestaciones para el transporte de mercancías en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

El Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático define el Cambio Climático en su artículo 1, párrafo 2 como cambios en el clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima.

Los vertidos a la atmósfera de Gases de Efecto Invernadero (GEI) están produciendo cambios en la composición del aire capaces de alterar el clima.

9.2.- OBJETIVOS

Esta parte del estudio pretende aportar datos y conclusiones relativas al ahorro de emisiones de CO_2 mediante una comparación de la situación actual del transporte de mercancías en el área de influencia de la línea ferroviaria Badajoz – Puertollano con varios escenarios de explotación para las nuevas infraestructuras planificadas.

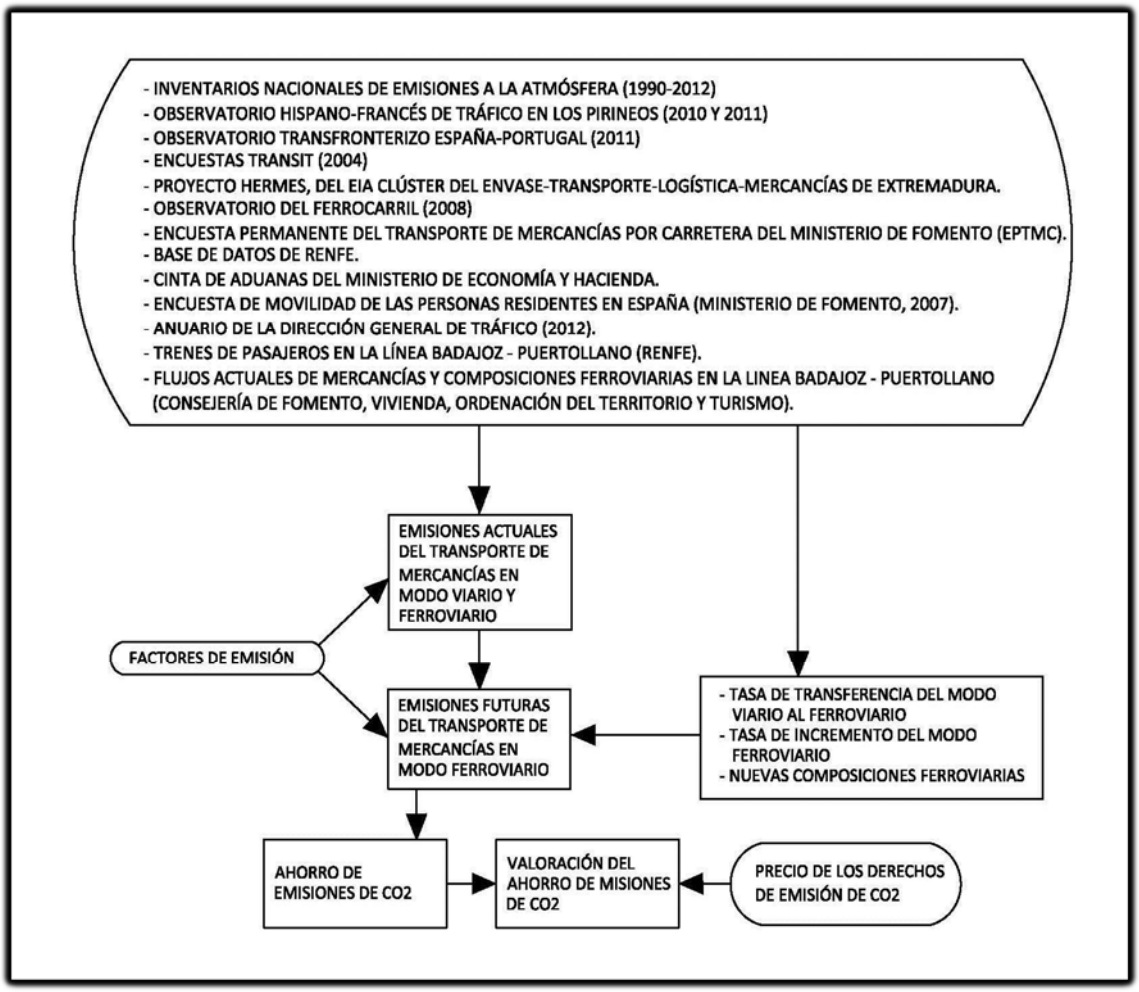
Se ha definido como área de influencia, a los efectos del cálculo de las emisiones de CO_2 los espacios geográficos de origen y destino para los cuales la utilización de la línea ferroviaria entre Badajoz y Puertollano supone un ahorro de distancias.

El alcance en la valoración de las diferencias de emisiones de ha realizado solo para aquellos desplazamientos directamente imputables a la línea férrea o equivalencia en el transporte por carretera dentro de la comunidad autónoma de Extremadura.

9.3.- METODOLOGÍA

Se muestra a continuación un organigrama descriptivo del proceso de cuantificación y valoración en toneladas (t) y € del ahorro de emisiones de CO_2.

Gráfico 264. Metodología seguida para el cálculo de emisiones de CO_2.



Fuente: Universidad de Extremadura

El ahorro de emisiones se deberá a dos causas:

- **La menor cuantía de los factores de emisión (kg CO_2/tn·km) de la línea de ferrocarril mejorada respecto a la actual.**
- **La puesta en servicio de la línea mejorada restará de la carretera camiones cuyos factores de emisión en términos unitarios son muy superiores a los de las composiciones ferroviarias que podrán utilizar la línea adaptada.**

9.4.- DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN SIN LA MEJORA DEL COFEMANEX

Se recoge en este apartado un resumen del estado actual del transporte de mercancías en el área de influencia de la línea según las estadísticas oficiales disponibles en la fecha de redacción de esta tesis doctoral.[124]

9.4.1.- *Flujos actuales de mercancías en modo carretera*

Es el sector primario uno de los recursos más importantes de Extremadura. La producción primaria proporciona a la materia prima de la industria agroalimentaria de la región, actividad con un acentuado peso en el comercio exterior de la región. Son las industrias de este ramo las principales usuarias potenciales del corredor ferroviario analizado.

Según la Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera (**EPTMC**) del Ministerio de Fomento referido al 2013 el movimiento de mercancías con origen o destino Extremadura en modo viario es el se resume en la tabla siguiente.

Tabla 142. Transporte de mercancías (nº de operaciones en carga) según tipo de desplazamiento en Extremadura (2013)

Intrarregional			
Año	**Total**	**Intra-municipal**	**Inter-municipal**
2013	2.850.086	850.770	1.999.316
Interregional			
Año	**Total**	**Recibido de otras CCAA**	**Expedido a otras CCAA**
2013	1.168.288	604.910	563.378
Internacional			
Año	**Total**	**Recibido**	**Expedido**
2013	84.324	39.038	45.286

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento (2013)

[124] Estos datos se describen de forma más extensa y justificada en el "estado del arte" (apartados del 1.7 al 1.14) y en el apartado 4 "Transporte de viajeros y mercacnías del Cofemanex" de esta tesis doctoral.

Tabla 143. Transporte de mercancías (nº de operaciones en vacío) según tipo de desplazamiento en Extremadura (2013)

Intrarregional			
Año	**Total**	**Intra-municipal**	**Inter-municipal**
2013	1.446.167	423.757	1.022.410
Interregional			
Año	**Total**	**Recibido de otras CCAA**	**Expedido a otras CCAA**
2013	395.507	172.761	222.746
Internacional			
Año	**Total**	**Recibido**	**Expedido**
2013	29.815	15.516	14.299

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento (2013)

Se ha diferenciado en las tablas anteriores entre viajes en carga y viajes en vacío.

Tabla 144. Cantidades de mercancías transportadas por carretera (miles t) según tipo de desplazamiento en Extremadura (2013)

Intrarregional			
Año	**Total**	**Intra-municipal**	**Inter-municipal**
2013	17.031	4.284	12.746
Interregional			
Año	**Total**	**Recibido de otras CCAA**	**Expedido a otras CCAA**
2013	11.937	6.524	5.413
Internacional			
Año	**Total**	**Recibido**	**Expedido**
2013	961	452	509
TOTAL 2013	**29.929**		

Fuente: Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera. Ministerio de Fomento

Teniendo en cuenta los datos de las tres tablas anteriores se obtiene la carga neta media del transporte en modo carretera.

Operaciones en carga de transporte por carretera:

Intramunicipal	2.850.086	operaciones
Interregional	1.168.288	operaciones
Internacional	84.324	operaciones
Total	4.102.698	operaciones

Operaciones en vacío de transporte por carretera:

Intramunicipal	1.446.167	operaciones
Interregional	395.507	operaciones
Internacional	29.815	operaciones
Total	1.871.489	operaciones

Operaciones totales de transporte por carretera:			% vacío	% carga
Intramunicipal	4.296.253	operaciones	33,66%	66,34%
Interregional	1.563.795	operaciones	25,29%	74,71%
Internacional	114.139	operaciones	26,12%	73,88%
Total	5.974.187	operaciones	31,33%	68,67%

Cantidades de mercancías transportada por carretera:

Intramunicipal	17.031.000	toneladas
Interregional	11.937.000	toneladas
Internacional	961.000	toneladas
Total	29.929.000	toneladas

Cargas medias

Intramunicipal	3,96	toneladas
Interregional	7,63	toneladas
Internacional	8,42	toneladas
Total	5,01	toneladas

A los efectos del cálculo del factor de emisión en el modo viario se adapta como carga media una media de las obtenidas para operaciones de largo y muy largo recorrido (nacionales e internacionales) por un coeficiente de seguridad en previsión de mejoras en la gestión del transporte de 1,25. Carga neta media considerada: 10,03 tn. **El valor de 10,03 tn incluye la repercusión de los viajes en vacío.**

De las tablas anteriores se puede concluir que solo 3,20% (961 t sobre 29.929 t) de los movimientos de mercancías por carretera en Extremadura tienen origen o destino internacional, siendo las de ámbito nacional el 39,82%.

9.4.2.- Flujos actuales de mercancías en modo ferroviario

Actualmente las circulaciones que se producen en el Cofemanex y las características técnicas de los trenes son las siguientes:

1.- **Tráfico de carbón**: circulan 4 trenes de carbón diarios (de lunes a viernes), 2 de ida y 2 de vuelta. Algunos días han llegado hasta circular 6 (3 de ida y 3 de vuelta), de la Nava de Puertollano a Almorchón. Estos trenes luego siguen, vía Córdoba, hasta Alhondiguilla, a la central térmica de Puente Nuevo. Son composiciones tracciondas por locomotoras diesel de la serie 333.3 con 15 tolvas tipo TT4 de 4 ejes, con un peso total de 900 t (composición entera cargada incluyendo locomotora) y una longitud de 300 m. La locomotora pesa 120 t, y cada tolva 27 t en vacío y 53 t cargada. Es el tráfico más estable de la línea.

2.- **Tráfico de amoniaco** de Tramesa-Fertiberia. Un tren entre Puertollano Refinería y Lisboa. Suele circular los lunes, martes y miércoles (ida y vuelta), aunque no es fijo. Son composiciones tracciondas por locomotoras diesel de la serie 333.3 con 11-12 cisternas tipo PRR de 4 ejes, con un peso total de 900 t (composición entera cargada incluyendo locomotora) y una longitud de 220 m. La locomotora pesa 120 t, y cada cisterna 24,5 t en vacío y 65 cargada.

3.- **Tráfico de coque**. Circula un tren entre Puertollano Refinería y la cementera de Alconera (Zafra). Suele circular uno o dos días a la semana (ida y vuelta), aunque no es fijo. La composición es la misma que para los trenes de carbón indicado en el punto 1 anterior.

4.- **Tráfico de cereal.** Un tren entre Don Benito y Badajoz (que luego sigue para Portugal). Suele circular un día a la semana (ida y vuelta), aunque no es fijo. La composición está formada por locomotoras 333.3 y 15-20 tolvas tipo TDGS de CP (Comboios de Portugal) de 2 ejes. Son composiciones de unos 200 m de longitud y unas 600 t de peso cargadas.

5.- **Tren chatarrero** Vicálvaro (Madrid)-Puertollano-Mérida-Zafra, con un servicio semanal de ida y vuelta, normalmente los martes o miércoles. Circulará por lo menos hasta fin de año 2014. Este tren está formado por una locomotora diesel 333.3 y entre 14 y 16 vagones tipo Ealos XX de 4 ejes. Cada vagón tiene 14 m de largo, pesa 22, 5 t en vacío y 57,5 t cargado. Las composiciones sueles ser como máximo, incluyendo la locomotora, de 250 m de largo y 1.000 t de peso (cargada).

Fotografía 340. Transporte intermodal en Sagragas. Badajoz

Fuente: Javier López Ortega

6.- **El transporte intermodal** existente en la línea es el que se realiza exclusivamente en la **estación logística de San Lázaro**. Inicialmente se ofertaban dos trenes semanales (ida y vuelta) entre Mérida y Lisboa, de unos 400 m de longitud y 30 contenedores cada uno. Desde verano se tiene un nuevo servicio entre Mérida y Lisboa con una frecuencia semanal de ida y vuelta. Y las previsiones apuntan a que para el año 2016, una vez puesto en servicio el corredor mixto ferroviario de altas prestaciones Madrid-Badajoz, se iniciarán nuevas rutas a Algeciras y Valencia por Madrid. Se llevan movidos un total de 3.600 contenedores desde que se puso en servicio la estación y llegarán a los 5.000 contenedores a final de año.

Esto supone un total de 6 trenes semanales con 30 contenedores → 180 contenedores semana y 720 contenedores/mes. Por tanto la previsión es de 8.640 contenedores/año, osea unas 187.200 t/año.

9.5.- DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN CON LA MEJORA DEL COFEMANEX

En el cálculo de las emisiones de CO_2 bajo esta situación, se han considerado varios escenarios agregados:

– Se ha tenido en cuenta una tasa de crecimiento de los movimientos de mercancías en el modo ferroviario con origen y destino interior de Extremadura y también un aumento de las operaciones de transporte en tránsito debido a mejoras en otras infraestructuras beneficiadoras de la estudiada (Puestos de Sines y Lisboa, Canal de Panamá, etc.).

– También se ha considerado una tasa de transferencia de movimiento de mercancías desde el modo viario al ferroviario por causa de la mejora en la infraestructura analizada.

– Se contempla una disminución en los factores de emisión de las composiciones ferroviarias posible en la línea adoptada, respecto a los de las composiciones de la línea en su estado actual.

A los efectos de esta parte del estudio se ha descartado la incidencia del movimiento de pasajeros considerando lo siguiente:

– El volumen mayoritario de viajes en modo viario presenta orígenes y destinos que se salen del área de influencia de la línea Badajoz-Puertollano. Los polos principales de intercambio de pasajeros de Extremadura son Madrid y Andalucía.

– El proyecto servirá principalmente para adaptar la línea ferroviaria actual como corredor de altas prestaciones para el transporte de mercancías.

– Actualmente se encuentran en ejecución importantes mejoras en las infraestructuras ferroviarias que comunicarán mediante línea de altas prestaciones para viajeros y mecancías, las principales poblaciones de Extremadura con Madrid.

– El tramo Badajoz – Mérida es uno de los más utilizados para el transporte de pasajeros en Extremadura. Este tramo es común a la actuación aludida en el punto anterior.

– Las variaciones en los movimientos de pasajeros en el modo viario solo tendría incidencia en el caso de que se pudiera anticipar y cuantificar, con el suficiente grado de certidumbre, qué parte de los desplazamientos actuales en modo viario se transferirían a la línea ferroviaria estudiada. Teniendo en cuenta los datos estadísticos disponibles, el uso actual de la línea y el bajísimo peso que en el transporte de personas supone sobre el total no es posible realizar esta estimación con el mínimo de rigor exigible.

En el apartado 4.3 "*Estimación de la demanda potencial del Cofemanex*", se realiza un estudio de la demanda potencial del corredor. Este estudio considera las siguientes premisas:

– Tramo objeto de estudio (Badajoz-Puertollano) dedicado al transporte de mercancías.

– Política Comercial mucho más agresiva en los Operadores de Transporte de mercancías.

– Puerto de Sines cumple con sus previsiones de tráfico.

– Mejora de la red ferroviaria Portuguesa en el tramo Sines-Badajoz.

Las previsiones de transporte de mercancías en el Cofemanex para el periodo de explotación 2017-2021, resultan las siguientes:

Tabla 145. Prognosis sobre transporte de mercancías (t) en el Cofemanex. Años 2017- 2021

Toneladas	2017	2018	2019	2020	2021
Origen y destino extremeño	1.163.940	1.190.711	1.220.478	1.263.195	1.326.355
Operaciones en tránsito[125]	1.225.588	1.253.776	1.931.745	1.999.356	2.099.324
Total	2.389.528	2.444.487	3.152.223	3.262.551	3.425.679

Fuente: Universidad de Extremadura

[125] Origen y destino fuera de Extremadura

9.6.- CÁLCULO DEL AHORRO DE EMISIONES DE CO_2

El análisis se ha centrado en las emisiones directamente imputables a la puesta en servicio de la línea férrea Badajoz - Puertollano como corredor de altas prestaciones para el transporte de mercancías en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

Se ha definido como área de influencia, a los efectos del cálculo de las emisiones de CO_2 los espacios geográficos de origen y destino para los cuales la utilización de la línea ferroviaria entre Badajoz y Puertollano supone un ahorro de distancias.

La distancia computada para los cálculos en el modo ferroviario son los de la línea férrea. En el caso del transporte por carretera se han contabilizado la longitud del trazado extremeño de las vias principales que comunican los distintos polos de atracción/generación de mercancías.

La diferencia en las emisiones de CO_2 entre la situación actual y la futura (con la línea adaptada) será resultado de:

– **La diferencia de valores entre los factores de emisión aplicables al modo ferroviario actual y las nuevas composiciones ferroviarias posibles de la línea adaptada.**

– **La diferencia en los factores de emisión del modo viario y las nuevas composiciones ferroviarias posibles en la línea adaptada, aplicada sobre las mercancías previsiblemente transferidas desde el transporte por carretera al ferrocarril.**

Tal como más adelante se verá, se produce un ahorro evidente de las emisiones de CO_2 en términos unitarios (kg de CO_2 por cada tonelada neta y kilometro). Sin embargo, en términos totales, las emisiones de la línea se verán incrementadas debido al incremento de mercancías en el periodo considerado.

9.6.1.- Factores de emisión del modo carretera

El cálculo de las emisiones de CO_2 puede realizarse mediante multiplicación de los litros de combustible (diésel o gasolina) consumidos en el transporte de las mercancías por los factores de emisión [126]resultando:

– Gasolina 95 o 98: 2,38 kg de CO_2/litro.

– Diésel: 2,61 kg de CO_2/litro.

Aunque actualmente se encuentran en fase de investigación y desarrollo tecnologías que permitirán utilizar en el transporte por carretera combustibles menos contaminantes se considera que los vehículos utilizan únicamente diesel como fuente de energía ante la incertidumbre sobre el grado de avance en la implantación de estos sistemas.

Las distancias recorridas en km, el tipo de vehículo y el tipo de vía inciden en los factores de emisión finales, tal como se recoge en la tabla siguiente:

[126] Se toma como densidad del gasoil a 15 °C, 833 kg/m3 y densidad de la gasolina a 15 °C, 748 kg/m3 según Real decreto 1088/201.

Tabla 146. Factores de emisión por tipo de recorrido y vehículo, modo viario (g CO_2/km)

Tipo	Urbano	Rural	Interurbano
Camión diesel rígido ≤ 14 t	539,70	394,98	490,73
Camión diesel rígido > 14 t	1.103,49	717,04	663,01
Camión diesel articulado ≤ 34 t	1.011,06	646,96	579,96
Camión diesel articulado > 34 t	1.506,13	947,43	791,44
Camión gasolina ligero	365,27	207,32	220,36
Camión diesel ligero	287,14	194,74	282,47

Fuente: Guía para cálculo de emisiones de GEI, Oficina Catalana del Cambio Climático (2011)

Otra forma de obtener el valor del factor de emisión para el transporte de mercancías por carretera seria aplicando las determinaciones del estudio **CORINAIR**[127]. Según el cual factor de emisión dependerá de las siguientes variables:

– Tecnología del vehículo. Existen en circulación diferentes tecnologías (desde las pre-EURO 1 hasta EURO 5), cada uno de ellos arrojan factores de consumo y emisión muy distintos. Se ha adoptado como tecnología tipo un camión *EURO 5 diesel* por ser el más difundido en el ámbito espacial y temporal del estudio.

– Carga media. Según las estadísticas reflejadas en la caracterización de la situación actual (sin adaptación de la línea).

– Tipo de vehículo. El tipo de vehículo más adecuado resultará de operar con la carga media y el factor de carga resultado de los desplazamientos en vacío. Según esto, se ha considerado que el vehículo más eficiente, según la clasificación CORINAIR, es un camión de entre 26 y 28 toneladas de peso máximo bruto (CORINAIR corresponde a RT >26-28 t).

– Tipo de vía y velocidad. Se ha considerado, por prudencia en la valoración, que los camiones hacen todo su recorrido en autovía. En relación a la velocidad, se ha considerado que la velocidad corresponde a la máxima admitida por el **CORINAIR (86 km/h**). Los desplazamientos en trama urbana, por su baja representatividad en el total del recorrido, no se tienen en cuenta.

– Topografía. Al tratarse de un ámbito de estudio extenso y de escenarios comparativos (ferrocarril / ferrocarril y carretera / ferrocarril), se asume la aproximación que supone no considerar el efecto localizado de las pendientes.

[127] CORINAIR forma parte del European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP), que se gestiona a través de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA).

A partir de las ecuaciones recogidas en el estudio CORINAIR, se ha obtenido como factor de emisión 612,74 g CO_2/km.

Tabla 147. Factores de emisión del camión tipo (g CO_2/km)

Hipótesis		Factor de emisión
Combustible	Diesel	612,74
Tecnología	EURO5	
Tipología	RT >26-28t Euro-5	
Tipo de vía	Autovía.	
Velocidad media	86 km/h	
Topografía	Sin efecto de la pendiente	

Fuente: Estudio CORINAIR

A diferencia de lo que sucede en el modo ferroviario, las emisiones del transporte por carretera no dependen de forma tan acentuada de la tipología del vehículo, ya que los masivamente utilizados presentan las características indicadas y no les afecta en cantidades apreciables la carga neta transportada (Gonzalez Franco)[128].

Habiendo justificado en el apartado 9.4.1 "*Flujos actuales de mercancías en modo carretera*", un transporte medio neto de 10,03 tn por camión (incluyendo los traslados en vacío), el **factor de emisión en carretera resulta 0,061 KgCO_2/tn·km.**

9.6.2.- Factores de emisión del modo ferroviario

El valor de las emisiones del transporte de mercancías por ferrocarril depende de las siguientes variables:

- Tipo de tracción. Existen notables diferencias entre la tracción diesel y eléctrica.
- Carga neta total transportada. Se trata de la variable con mayor incidencia en las emisiones en término unitarios, en g CO_2 por cada tonelada neta (tn) y kilómetro. La carga neta transportada depende del tipo de mercancía que se transporta ya que esta condiciona la composición ferroviaria:
    - Se pueden distinguir cuatro tipos de mercancías básicas: automóviles, granel, productos siderúrgicos y petroquímicos. Cada una de estas mercancías requiere el empleo de un tipo de vagón, los cuales presentan distintas capacidades o relación entre toneladas netas (tn) transportada y tara (peso del vagón vacío). Estas diferencias solo son apreciables entre los diseñados para el transporte de automóviles y el resto debido fundamentalmente al volumen de los automóviles. Dicho de otra forma, a igualdad en el resto de variables, los consumos entre trenes con vagones para transporte productos a granel, siderúrgicos y petroquímicos son prácticamente iguales.
    - El tamaño del tren también tiene un efecto decisivo en la reducción de las emisiones en términos unitarios. **Siendo al locomotora la pieza más pesada del convoy, conviene alargar los trenes de modo que la**

[128] González Franco, I. Investigador del Grupo de estudios e investigación de energía y emisiones en el transporte Fundación de los Ferrocarriles Españoles, España. Estimación del consumo de energía y emisiones de CO_2 en trenes de mercancías y análisis de su variabilidad (2010).

energía necesaria para mover la maquina se diluya a medida que aumentamos la carga neta total.

– Tasa de operaciones en vacío. Cada operación de transporte en carga requiere un número determinado de operaciones en vacío. Las emisiones de las operaciones en vacío debemos imputarlas a las toneladas netas (tn) de las operaciones en carga.

– Las características de la línea. Las líneas presentan características que por sí mismas afectan directamente a las emisiones de las operaciones de transporte, pero también presentan otras características que indirectamente coaccionan la libre elección de las variables anteriores. Las líneas pueden estar o no electrificadas, tener un trazado con diversas tipologías de pendientes, apartaderos que limitan las longitudes máximas de los trenes y trazados con diversas limitaciones de velocidad. **El modelo Ecotransit** distingue entre tres tipologías de terreno (flat o plano, hilly o accidentado y mountain o montañoso). En España las califica como accidentado. Sin embargo el Cofemanex presenta pendientes suaves, ya que su traza ocupa mayoritariamente vegas del Río Guadiana y la penillanura de la Serena.

Según los trabajos realizados por el **Grupo de estudios e investigación de energía y emisiones en el transporte de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles en 2010**, las emisiones operando con las distintas posibilidades de las variables anteriores son las que se indican a continuación, adoptando un coeficiente de vacíos de valor 0,80 para el transporte de automóviles y 1,00 para el resto (esto significa que se asume que circula un tren vacío por cada tren cargado):

Tabla 148. Factores de emisión (kg CO2/tn·km) para trenes diesel 333 y perfil suave.

Carga neta (tn)	Automóviles	Graneles	Siderúrgicos	Petroquímicos
15	0,387	0,284	0,284	0,288
105	0,133	0,058	0,052	0,053
210	0,111	0,041	0,035	0,036
300	0,101	0,035	0,028	0,029
420	0,100	0,031	0,025	0,026
510	0,098	0,029	0,024	0,024
600	0,960	0,028	0,022	0,023
705	0,096	0,027	0,022	0,022
765	0,095	0,026	0,021	0,022

Fuente: Gonzalez Franco. 2010

Tabla 149. Factores de emisión (kg CO2/tn·km) para trenes eléctricos 250 y perfil suave

Carga neta (tn)	Automóviles	Graneles	Siderúrgicos	Petroquímicos
15	0,173	0,149	0,149	0,151
105	0,054	0,028	0,026	0,026
210	0,045	0,019	0,017	0,017
300	0,043	0,016	0,013	0,014
420	0,041	0,014	0,011	0,012
510	0,040	0,013	0,011	0,011
600	0,040	0,012	0,010	0,010
705	0,040	0,012	0,010	0,010
765	0,039	0,011	0,009	0,009

Fuente: Gonzalez Franco. 2010

Los valores de la tabla anterior llevan incorporados los factores de emisión correspondientes al mix eléctrico necesario para la generación y transporte de la potencia eléctrica.

Por otra parte, según datos publicados por Renfe[129], los valores de emisión medios nacionales en sus operaciones de transporte de mercancías en 2011 y 2012 fueron los siguientes:

Tracción diesel.	2012	2011
Emisiones totales de CO_2 (kg)	195.081.511	202.375.154
Toneladas brutas x km (millones)	16.308,60	19.115,60
Toneladas netas x km (millones)	7.049,30	7.564,00
Relación carga neta / carga bruta	0,43	0,40
Emisiones medias (kg CO_2/tn·km)	0,028	0,027

El consumo de potencia eléctrica en estos años, según Renfe, fue: 0,242 kg CO2/kWh en 2012 y 0,223 kg CO2/kWh en 2011.

Por otro lado, es importante hacer referencia a los trabajos realizados por el **EcoTransIT**[130], publicados en julio de 2008. En el estudio Ecotransit, realizado por encargo de las entidades responsables de la red ferroviaria de diferentes países europeos (Alemania, Bélgica, España, Francia, Italia, Inglaterra, Suecia y Suiza), se establece una correlación entre las toneladas brutas transportadas y el factor de consumo.

Según este modelo, los principales factores que influyen en el consumo de energía en el transporte ferroviario son:

[129] Informe Anual de 2012 (páginas 8 y 148).

[130] Ecological Transport Information Tool, Institut für Energieund Umweltforschung Heidelberg Gmb. Heildelberg

– Tipo de tracción: diesel no eléctrica.
– Longitud de los trenes y la proporción entre peso en vacío peso total en carga
– Características topográficas de la ruta.
– Comportamiento en la conducción (velocidad, aceleración) y la resistencia del aire.

Ecotransit trata de forma agregada la eficiencia del parque móvil de las distintas compañías ferroviarias, especialmente orientado a establecer comparativas de emisiones entre los distintos modos.

En la expresión siguiente se muestra el resultado del ajuste para tracción eléctrica.

Ecuación 30. Consumo de energía en trenes eléctricos (Wh/tb·km) por terreno llano según Ecotransit

$$...C_E = 540 \cdot Tb^{-0,5}...$$

Fuente: Ecotransit

Ecuación 31. Consumo de energía en trenes eléctricos (Wh/tb·km) por terreno accidentado según Ecotransit

$$...C_E = 675 \cdot Tb^{-0,5}...$$

Fuente: Ecotransit

Ecuación 32. Consumo de energía en trenes eléctricos (Wh/tb·km) por terreno montañoso según Ecotransit

$$...C_E = 810 \cdot Tb^{-0,5}...$$

Fuente: Ecotransit

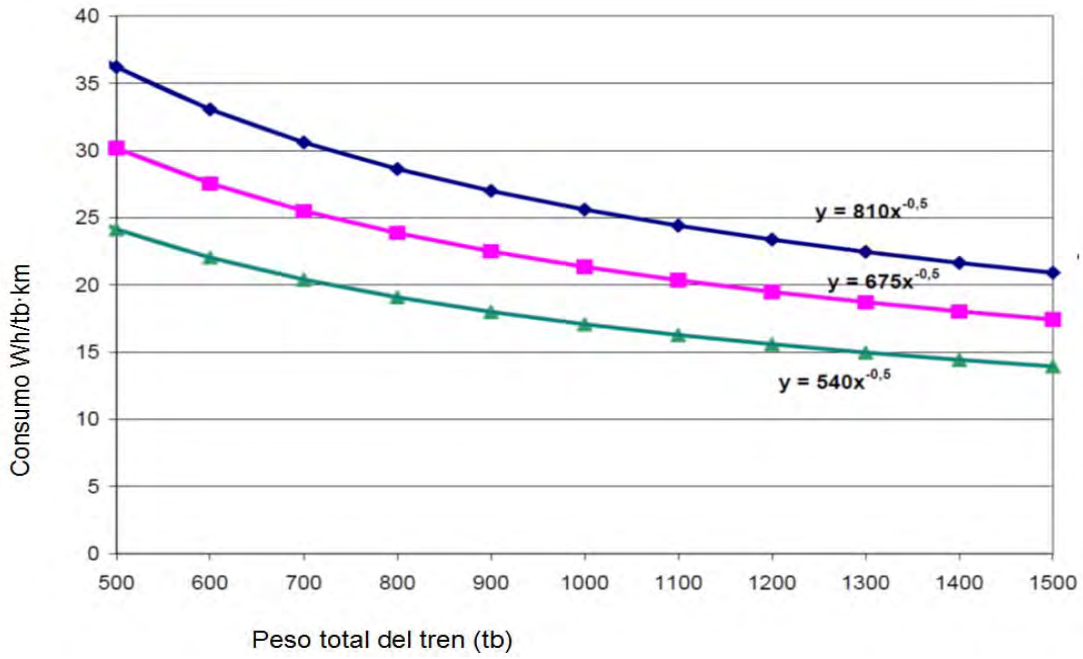
Dónde:

C_E = Consumo en Wh/tb·km.

T_b = Toneladas brutas (tb) transportadas por el tren.

En la gráfica siguiente se representan los ajustes obtenidos para cada tipo de terrenos.

Gráfico 265. Consumo de energía en trenes eléctricos (correlación Ecotransit)



Fuente: Ecotransit, Update 2008

Calculada la potencia eléctrica consumida, se puede convertir en emisiones de CO_2 aplicando el factor de emisión adecuado. Este factor depende directamente del "mix eléctrico". Dependiendo de las fuentes se pueden encontrar distintos factores de emisión para el consumo de ponencia eléctrica.

– Ecotransit calcula los factores de emisión (g CO_2/kW·h) para trenes eléctricos en función del mix eléctrico de distintos países con los datos disponibles en 2008, para España lo fija **480 g CO_2/kW·h**.

– Para el mix eléctrico del año 2014 el factor de emisión por potencia eléctrica consumida es de **317 g CO_2/kW·h**[131]

– Según la Propuesta del Ministerio de Industria, Energía y Turismo[132], en el documento de propuesta de factores de emisión de CO_2 de 2014, el factor de emisión para la electricidad convencional nacional es de **399 g CO_2/kW·h** de energía final.

– Tomando el mix eléctrico previsto para el año 2016 en España[133], el factor de emisión calculado sería de **116,90 g CO_2/kW·h.**

De forma análoga a lo descrito para los trenes con tracción eléctrica, el estudio Ecotransit correlaciona las toneladas brutas (tb) remolcadas con un factor de consumo (g diesel/tb·km). Esta correlación es la siguiente para terrenos con topografía llana:

Ecuación 33. Consumo de energía en trenes diesel (g diesel/tb·km) por terreno llano según Ecotransit

$$...C_E = 122{,}46 \cdot Tb^{-0{,}5}...$$

Fuente: Ecotransit

Ecuación 34. Consumo de energía en trenes diesel (g diesel/tb·km) por terreno accidentado según Ecotransit.

$$...C_E = 153{,}07 \cdot Tb^{-0{,}5}...$$

Fuente: Ecotransit

Ecuación 35. Consumo de energía en trenes diesel (g diesel/tb·km) por terreno montañoso según Ecotransit

$$...C_E = 183{,}69 \cdot Tb^{-0{,}5}...$$

Fuente: Ecotransit

Dónde:

C_E = Consumo en g/tb·km.

T_b = Toneladas brutas (tb) transportadas por el tren.

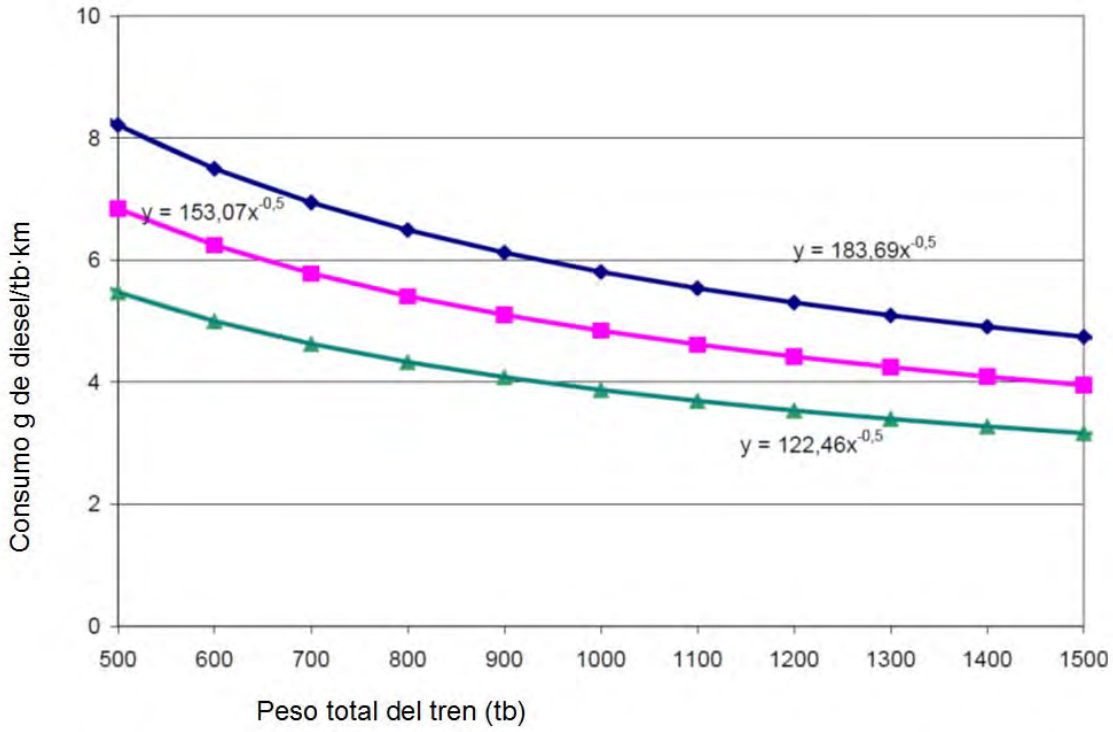
En la gráfica siguiente se representan estas funciones.

[131] Según Observatorio de la electricidad de World Wide Fund for Nature España.

[132] Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDEA)

[133] Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas 2008-2016 del Ministerio de Industria Comercio y Turismos

Gráfico 266. Consumo de energía en trenes diesel (correlación Ecotransit)



Fuente: Ecotransit, Update 2008

Calculado el consumo de combustible, se puede obtener el total de emisiones de CO_2 con los factores de emisión adecuados que relacionan ambos conceptos. La relación entre emisiones de CO_2 y l de gasoil consumido varía según las fuentes consultadas:

– Aplicando una densidad 900 kg/m^3 del gasoil a 15ºC se obtiene un factor de emisión de 2,79 kg CO_2/l de gasoil. [134]

– El estudio Ecotransit concluye el análisis con la determinación de las emisiones de CO_2 para cada uno de los principales operadores ferroviarios europeos.

Tabla 150. Factores de emisión (g CO2/kg diesel) para operadores ferroviarios europeos.

Operator	g CO_2/kg diesel
Green Cargo	3.170
DB	3.175
DSB	3.170
TI	3.100
SNCF	3.150
Tipo	3.170

Fuente: Ecotransit Update 2008

Teniendo en cuenta que este estudio no cuenta con los datos propios de Renfe Operadora, se podía utilizar los del operador tipo europeo.

El consumo final de energía, y por tanto emisiones de CO_2 dependerá de la proporción entre carga total (tb) y la carga neta (tn) del convoy.

[134] Real Decreto 1088/2010. Especificiones Técnicas de gasolinas, gasóleos, utilización de biocarburantes y contenido de azufre de los combustibles para uso marítimo.

Operando, con la metodología y datos del Ecotransit se obtienen los siguientes resultados para las composiciones ferroviarias actuales de la línea estudiada:

Tabla 151. Factor de emisión para composiciones ferroviarias actuales. Tren carbonero Puertollano-Almorchón

		Carbón Puertollano-Almorchón		
		En carga	En vacio	Total
Máquina (1=Diesel; 2=Eléctrica)		1	1	-
		Diesel	Diesel	-
Tipo de terreno (1=Llano; 2=Accidentado; 3=Montañoso)		1	1	-
		Llano	Llano	-
Tipo de vagón		TT4	TT4	-
Mercancia		Carbón	Carbón	-
Longitud de la máquina (m)		20,70	20,70	-
Peso de la máquina (t)		120,00	120,00	-
Longitud del vagón (m)		18,00	18,00	-
Carga neta del vagón (t)		26,00	0,00	-
TARA del vagón, peso en vacío (t)		27,00	27,00	-
Carga máxima total del vagón, en carga (t)		53,00	53,00	-
Número de vagones (vagones)		14	14	-
Longitud total del tren (m)		272,70	272,70	-
Carga neta total (tn)		**364,00**	**0,00**	**364,00**
TARA total del tren, peso en vacío (t)		498,00	498,00	996,00
Masa bruta total, incluida la carga (tb)		862,00	498,00	1.360,00
Relación carga neta / carga bruta		0,42	0,00	-
Consumo unitario de energia	(g de diesel/tb·km)	4,17	5,49	4,65
Consumo unitario de energia	(g de diesel/tn·km)	9,88	↑↑↑	17,39
Factor de emisión por carga bruta	(kg CO2/tb·km)	0,013	0,017	0,015
Factor de emisión por carga neta	(kg CO2/tn·km)	0,031	↑↑↑	0,055
Longitud (km)				21,70
Número de trenes en carga (trenes/año)				520
Emisiones totales (t de CO2)				226,36

Fuente: Universidad de Extremadura calculado según metodología Ecotransit Update 2008Tabla 152. Factor de emisión para composiciones ferroviarias actuales. Tren de amoniaco. Puertollano-Lisboa

		Amoniaco Puertollano-Lisboa		
		En carga	En vacio	Total
Máquina (1=Diesel; 2=Eléctrica)		1	1	-
		Diesel	Diesel	-
Tipo de terreno (1=Llano; 2=Accidentado; 3=Montañoso)		1	1	-
		Llano	Llano	-
Tipo de vagón		PRR4	PRR4	-
Mercancia		Amoniaco	Amoniaco	-
Longitud de la máquina (m)		20,70	20,70	-
Peso de la máquina (t)		120,00	120,00	-
Longitud del vagón (m)		-	-	-
Carga neta del vagón (t)		40,50	0,00	-
TARA del vagón, peso en vacío (t)		24,50	24,50	-
Carga máxima total del vagón, en carga (t)		65,00	65,00	-
Número de vagones (vagones)		12	12	-
Longitud total del tren (m)		220,00	220,00	-
Carga neta total (tn)		**486,00**	**0,00**	**486,00**
TARA total del tren, peso en vacío (t)		414,00	414,00	828,00
Masa bruta total, incluida la carga (tb)		900,00	414,00	1.314,00
Relación carga neta / carga bruta		0,54	0,00	-
Consumo unitario de energia	(g de diesel/tb·km)	4,08	6,02	4,69
Consumo unitario de energia	(g de diesel/tn·km)	7,56	↑↑↑	12,69
Factor de emisión por carga bruta	(kg CO2/tb·km)	0,013	0,019	0,015
Factor de emisión por carga neta	(kg CO2/tn·km)	0,024	↑↑↑	0,040
Longitud (km)				206,37
Número de trenes en carga (trenes/año)				156
Emisiones totales (t de CO2)				629,21

Fuente: Universidad de Extremadura calculado según metodología Ecotransit Update 2008

Tabla 153. Factor de emisión para composiciones ferroviarias actuales. Tren de coque Puertollano-Alconera

		Coque Puertollano-Alconera		
		En carga	En vacio	Total
Máquina (1=Diesel; 2=Eléctrica)		1	1	-
		Diesel	Diesel	-
Tipo de terreno (1=Llano; 2=Accidentado; 3=Montañoso)		1	1	-
		Llano	Llano	-
Tipo de vagón		TT4	TT4	-
Mercancia		Coque	Coque	-
Longitud de la máquina (m)		20,70	20,70	-
Peso de la máquina (t)		120,00	120,00	-
Longitud del vagón (m)		18,00	18,00	-
Carga neta del vagón (t)		26,00	0,00	-
TARA del vagón, peso en vacío (t)		27,00	27,00	-
Carga máxima total del vagón, en carga (t)		53,00	53,00	-
Número de vagones (vagones)		15	15	-
Longitud total del tren (m)		290,70	290,70	-
Carga neta total (tn)		**390,00**	**0,00**	**390,00**
TARA total del tren, peso en vacío (t)		525,00	525,00	1.050,00
Masa bruta total, incluida la carga (tb)		915,00	525,00	1.440,00
Relación carga neta / carga bruta		0,43	0,00	-
Consumo unitario de energia	(g de diesel/tb·km)	4,05	5,34	4,52
Consumo unitario de energia	(g de diesel/tn·km)	9,50	↑↑↑	16,69
Factor de emisión por carga bruta	(kg CO2/tb·km)	0,013	0,017	0,014
Factor de emisión por carga neta	(kg CO2/tn·km)	0,030	↑↑↑	0,053
Longitud (km)				142,35
Número de trenes en carga (trenes/año)				104
Emisiones totales (t de CO2)				305,52

Fuente: Universidad de Extremadura calculado según metodología Ecotransit Update 2008

Tabla 154. Factor de emisión para composiciones ferroviarias actuales. Tren de cereal D.Benito-Portugal

		Cereal D.Benito-Badajoz-Portugal		
		En carga	En vacio	Total
Máquina (1=Diesel; 2=Eléctrica)		1	1	-
		Diesel	Diesel	-
Tipo de terreno (1=Llano; 2=Accidentado; 3=Montañoso)		1	1	-
		Llano	Llano	-
Tipo de vagón		TDGS	TDGS	-
Mercancia		Cereal	Cereal	-
Longitud de la máquina (m)		20,70	20,70	-
Peso de la máquina (t)		120,00	120,00	-
Longitud del vagón (m)		-	-	-
Carga neta del vagón (t)		25,00	0,00	-
TARA del vagón, peso en vacío (t)		27,00	27,00	-
Carga máxima total del vagón, en carga (t)		53,00	53,00	-
Número de vagones (vagones)		20	20	-
Longitud total del tren (m)		200,00	200,00	-
Carga neta total (tn)		**500,00**	**0,00**	**500,00**
TARA total del tren, peso en vacío (t)		660,00	660,00	1.320,00
Masa bruta total, incluida la carga (tb)		1.160,00	660,00	1.820,00
Relación carga neta / carga bruta		0,43	0,00	-
Consumo unitario de energia	(g de diesel/tb·km)	3,60	4,77	4,02
Consumo unitario de energia	(g de diesel/tn·km)	8,34	↑↑↑	14,63
Factor de emisión por carga bruta	(kg CO2/tb·km)	0,011	0,015	0,013
Factor de emisión por carga neta	(kg CO2/tn·km)	0,026	↑↑↑	0,046
Longitud (km)				112,15
Número de trenes en carga (trenes/año)				52
Emisiones totales (t de CO2)				135,27

Fuente: Universidad de Extremadura calculado según metodología Ecotransit Update 2008

Tabla 155. Factor de emisión para composiciones ferroviarias actuales. Tren chatarrero Puertollano-Mérida-Zafra

		Chatarra Puertollano-Mérida-Zafra		
		En carga	En vacio	Total
Máquina (1=Diesel; 2=Eléctrica)		1	1	-
		Diesel	Diesel	-
Tipo de terreno (1=Llano; 2=Accidentado; 3=Montañoso)		1	1	-
		Llano	Llano	-
Tipo de vagón		Eolos XX4	Eolos XX4	-
Mercancia		Chatarra	Chatarra	-
Longitud de la máquina (m)		20,70	20,70	-
Peso de la máquina (t)		120,00	120,00	-
Longitud del vagón (m)		14,00	14,00	-
Carga neta del vagón (t)		35,00	0,00	-
TARA del vagón, peso en vacío (t)		22,50	22,50	-
Carga máxima total del vagón, en carga (t)		57,50	57,50	-
Número de vagones (vagones)		16	16	-
Longitud total del tren (m)		244,70	244,70	-
Carga neta total (tn)		**560,00**	**0,00**	**560,00**
TARA total del tren, peso en vacío (t)		480,00	480,00	960,00
Masa bruta total, incluida la carga (tb)		1.040,00	480,00	1.520,00
Relación carga neta / carga bruta		0,54	0,00	-
Consumo unitario de energia	(g de diesel/tb·km)	3,80	5,59	4,36
Consumo unitario de energia	(g de diesel/tn·km)	7,05	↑↑↑	11,84
Factor de emisión por carga bruta	(kg CO2/tb·km)	0,012	0,018	0,014
Factor de emisión por carga neta	(kg CO2/tn·km)	0,022	↑↑↑	0,038
Longitud (km)				142,35
Número de trenes en carga (trenes/año)				52
Emisiones totales (t de CO2)				155,62

Fuente: Universidad de Extremadura calculado según metodología Ecotransit Update 2008

Tabla 156. Factor de emisión para composiciones ferroviarias actuales. Intermodal Mérida-Badajoz-Portugal

		Intermodal Mérida-Badajoz-Portugal		
		En carga	En vacio	Total
Máquina (1=Diesel; 2=Eléctrica)		1	1	-
		Diesel	Diesel	-
Tipo de terreno (1=Llano; 2=Accidentado; 3=Montañoso)		1	1	-
		Llano	Llano	-
Tipo de vagón		Plataforma	Plataforma	-
Mercancia		-	-	-
Longitud de la máquina (m)		20,70	20,70	-
Peso de la máquina (t)		120,00	120,00	-
Longitud del vagón (m)		27,10	27,10	-
Carga neta del vagón (t)		20,00	0,00	-
TARA del vagón, peso en vacío (t)		27,00	27,00	-
Carga máxima total del vagón, en carga (t)		93,00	93,00	-
Número de vagones (vagones)		30	0	-
Longitud total del tren (m)		833,70	20,70	-
Carga neta total (tn)		**600,00**	**0,00**	**600,00**
TARA total del tren, peso en vacío (t)		930,00	120,00	1.050,00
Masa bruta total, incluida la carga (tb)		1.530,00	120,00	1.650,00
Relación carga neta / carga bruta		0,39	0,00	-
Consumo unitario de energia	(g de diesel/tb·km)	3,13	11,18	3,72
Consumo unitario de energia	(g de diesel/tn·km)	7,98	↑↑↑	10,22
Factor de emisión por carga bruta	(kg CO2/tb·km)	0,010	0,035	0,012
Factor de emisión por carga neta	(kg CO2/tn·km)	0,025	↑↑↑	0,032
Longitud (km)				62,00
Número de trenes en carga (trenes/año)				312
Emisiones totales (t de CO2)				375,99

Fuente: Universidad de Extremadura calculado según metodología Ecotransit Update 2008

Por último, con el fin de contrastar las distintas fuentes y métodos, **el Observatorio del Ferrocarril en España, en su informe de 2011**, aporta datos finales de emisiones de CO_2/tn·km para las distintas composiciones ferroviarias y perfiles de terreno en España:

Tabla 157. Factores de emisión por tipo de mercancía en trenes eléctricos en España (g CO_2/tn·km)

Mercancía	Tipo de vagón	Tracción eléctrica	
		Perfil suave	P. montañoso
Siderúrgicos	JJ92 portabobinas toldos deslizantes	5,469	16,790
Construcción y minería	TT4 tolva de carbón	6,845	17,983
Petroquímicos	RR92 cisterna de combustible	5,565	16,428
Agrícola	TT5 tolva de cereal	7,415	20,059
Automoción	MA5 porta automóviles de 2 pisos	30,980	55,370
Manufacturados	JJ4 paredes deslizantes	7,210	19,830

Fuente: Observatorio del Ferrocarril 2011

Tabla 158. Factores de emisión por tipo de mercancía en trenes diesel en España (g CO_2/tn·km)

Mercancía	Tipo de vagón	Tracción diesel	
		Perfil suave	P. montañoso
Siderúrgicos	JJ92 portabobinas toldos deslizantes	13,877	43,706
Construcción y minería	TT4 tolva de carbón	17,618	49,640
Petroquímicos	RR92 cisterna de combustible	14,233	43,466
Agrícola	TT5 tolva de cereal	18,982	53,047
Automoción	MA5 porta automóviles de 2 pisos	84,900	161,960
Manufacturados	JJ4 paredes deslizantes	19,600	54,810

Fuente: Observatorio del Ferrocarril 2011

Los valores obtenidos por el Observatorio del Ferrocarril son resultado considerar el uso medio de la las infraestructuras ferroviarias y composiciones ferroviarias medias del material rodante.

9.6.3.- Factor de emisión por consumo de potencia eléctrica en Extremadura

El factor de emisión por consumo de potencia eléctrica depende del mix o fuentes de generación empleadas en el sistema nacional.

Por otro lado se debe remarcar el importante papel que desempeña las instalaciones regionales de generación de potencia en el mix eléctrico nacional.

9.6.3.1.- Estaciones de energía renovable en Extremadura

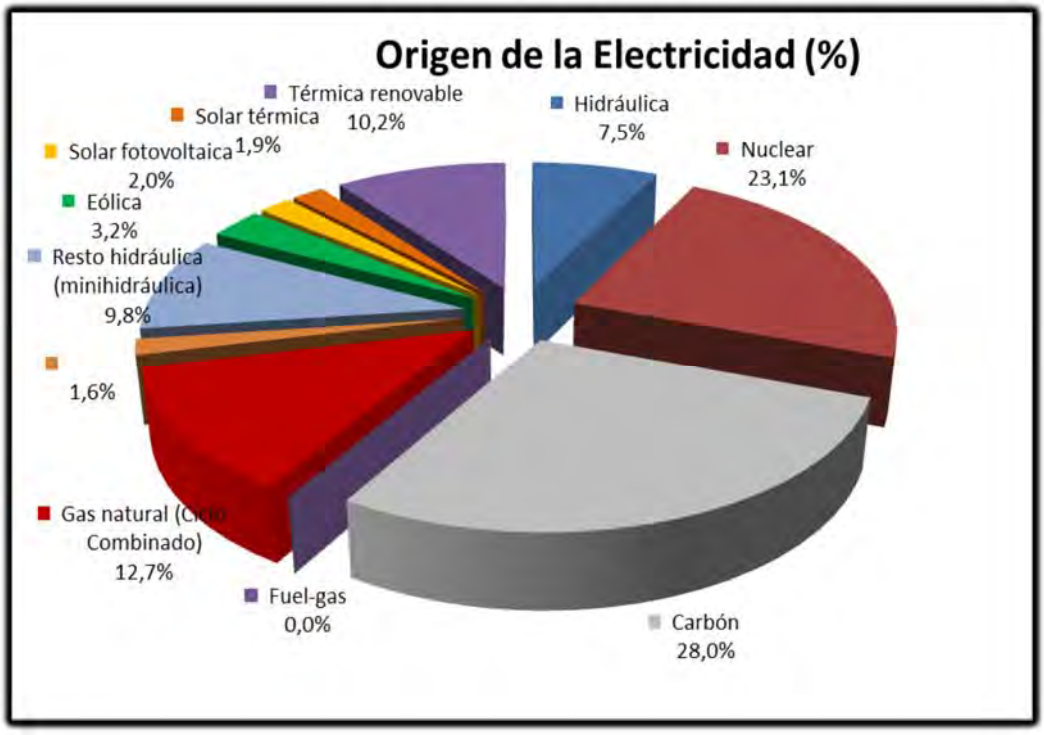
Extremadura se abastece de energía eléctrica con sus propias fuentes renovables. Produce 5.485 GWh con energías renovables y necesita para su consumo interior tan solo 4.477 GWh de electricidad.

El resto de la energía eléctrica que se produce (total 21.342 GWh) se lleva a otras regiones. Esto quiere decir que Extremadura produce 4,7 veces más de energía eléctrica que necesita para su consumo interior.

La Directiva Europea 2009/28 CE, para el uso de energía procedente de fuentes renovables, fija como objetivo general que en España las fuente renovables representen al menos el 20 % de la energía final en el año 2020. En Extremadura este indicador, ya en el año 2011, supera ampliamente ese valor alcanzando el 33,73 %.

Esto implica de alguna manera, que el factor de emisión de CO_2 para la potencia eléctrica consumida en la línea férrea sería menor que el arrojado por el mix eléctrico nacional, en el que tiene un mayor peso fuentes de energía no renovables.

Gráfico 267. Origen de la electricidad por fuentes primarias en España (2014)



Fuente: Observatorio de la Electricidad World Wildlife Fund (WWF) España (2014)

9.6.3.2.- Análisis del factor de emisión por consumo de potencia eléctrica

No obstante, a pesar de lo expuesto en el apartado precedente, en la estimación del ahorro de emisiones de CO_2 se ha operado con los factores propios del **mix eléctrico nacional** considerando el marco regulatorio vigente que define el sistema eléctrico nacional.

El sistema eléctrico español es único. La electricidad generada, transportada, comercializada, adquirida y usada por cada uno de los agentes vierten y/o toman la corriente de un sistema común. Se caracteriza por tanto por una interdependencia y concurrencia de todos los agentes que participan en el sistema eléctrico. Del lado de la oferta están las empresas que generan, transportan y distribuyen la electricidad, vía redes de alta y media/baja tensión, y venden kWh a sus clientes. Los consumidores de los distintos sectores (doméstico, servicios, industrial, agrícola, transporte) que conforman la demanda.

El sistema eléctrico español es único en el sentido que las empresas que en él actúan, no tienen como ingresos finales lo que facturan, y los clientes no pagan esencialmente lo que consumen y tampoco pagan directamente a los que les suministran los kWh. La recaudación es fundamentalmente para el sistema, es decir, para el conjunto, al que todos contribuyen y del que esperan, a través de las liquidaciones, el resultado final económico y financiero de su actuación. El agente Gobierno o Regulador es el que arbitra y reparte entre unos y otros y de quien depende fundamentalmente el resultado final de ingresos, gastos y pagos, tanto en cuantías como en derechos y plazos. En este marco opera Red Eléctrica de España. Esta entidad es la propietaria de toda la red española de electricidad en alta tensión, entre sus objetivos está garantizar en todo momento la seguridad y la continuidad del suministro eléctrico. El fin último es garantizar la correcta coordinación entre la producción y el transporte, asegurando que la energía producida por los generadores sea transportada hasta las redes de distribución con las condiciones de calidad exigibles en la normativa.

9.7.- RESULTADOS. AHORRO DE EMISIONES DE CO_2

Teniendo en cuenta el uso actual y previsional de la línea de ferrocarril entre Badajoz y Puertollano, y aplicando los factores adecuados conforme a lo indicado en los apartados anteriores obtenemos el ahorro en emisiones de CO_2.

Para las composiciones ferroviarias actuales, se ha tomado los factores de emisión de los trabajos realizados por **Gonzalez Franco** en 2010, por adaptarse muy bien en todas las variables expuestas al proyecto analizado.[135]

[135] Véase el apartado 9.6.1 "*Factores de emisión del modo ferroviario*".

Tabla 159. Emisiones actuales de CO_2 en la línea Badajoz-Puertollano

Tipo de mercancía	Carga neta (tn/tren)	Indice Cn/Cb	Indice de vacíos	Carga neta (tn/año) y (%)		Longitud (km)	Factor emisión (kg CO2 /tn·km)	Emisiones (t CO2)
Trenes de carbón	364,0	0,42	1,00	189.280	34,54%	21,70	0,033	135,54
Trenes de amoniaco	486,0	0,54	1,00	75.816	13,84%	206,37	0,025	391,15
Trenes de coque	390,0	0,43	1,00	40.560	7,40%	142,35	0,032	184,76
Trenes de ceral	500,0	0,43	1,00	26.000	4,74%	112,15	0,030	87,48
Trenes de chatarra	560,0	0,54	1,00	29.120	5,31%	142,35	0,024	99,49
Trenes de contenedores	600,0	0,39	0,00	187.200	34,16%	62,00	0,030	348,19
			Total	547.976	100,00%		Total	1.246,61

Fuente: Universidad de Extremadura

Tabla 160. Desplazamiento medio ponderado (km) de las mercancías transportadas actualmente en modo viario que se transferirán a la línea de ferrocarril Badajoz – Puertollano

Ruta	Punto de medición	IMD	%P	IMDP	Peso 1	Uso	Peso	Peso 2	Long. (km)
A-5	Norte de Miajadas	8.967	16,52	1.481	15,90%	1,0	0,158973567	24,12%	169
A-5	Oeste de Badajoz	8.332	21,76	1.813	19,46%	1,0	0,194569991	29,53%	75
A-66 hacia el norte	Norte de Mérida	10.443	16,00	1.671	17,93%	0,5	0,089656746	13,61%	195
A-66 hacie el sur	Sur de Almendralejo	14.657	19,00	2.785	29,89%	0,2	0,059771808	9,07%	115
N-430	Salida hacia CR	1.807	48,92	884	9,49%	1,0	0,094866375	14,40%	144
N-432	Sur de La Albuera	4.389	10,37	455	4,88%	1,0	0,048844092	7,41%	141
N-435	Sur de La Albuera	2.739	8,36	229	2,46%	0,5	0,012286722	1,86%	114
Total				9.318	100,00%	-	0,658969301	100,00%	-
Media ponderada									111

Fuente: Universidad de Extremadura.[136]

[136] La distancia media ponderada se realiza para para camiones y se mide dentro del territorio de Extremadura, circulando entre Mérida y los puntos Origen/Destino principales del area de influencia del Cofemanex.

Para el cálculo de las emisiones actuales da las cantidades movidas en modo carretera que serán absorbidas tras la puesta en servicio de la línea férrea adaptada se han considerado los desplazamiento medios medidos desde Mérida hasta el límite regional por las principales vias que enlazan con los puntos de origen/destino tanto nacionales como internacionales. Para ello se han analizado los movimientos de mercancía por carretera y las IMD del Ministerio de Fomento de vehículos pesados por estas vias. Se ha descartado los puntos de origen/destino que se encuentran fuera de la zona de influencia de la línea estudiada. De este modo se ha obtenido la longitud media ponderada (1) para los viajes de vehículos pesados que circulan por las rutas que comunican espacios situados dentro del área de influencia de la línea férrea.

A falta de datos sobre origen / destino o principales polos de atracción / generación de movimiento de mercancías operamos con las Intensidad Media Diaria (IMD) de trafico según estadísticas del Ministerio de Fomento. Esto permite obtener una longitud media ponderada para los viajes de vehículos pesados que circulan por las rutas que comunican Mérida con los principales puntos de Origen / Destino situados dentro del área de influencia de la línea férrea.

%P es el tanto por ciento de pesados. IMDP es la intensidad media diaria de pesados.

El Peso 1 es el % de IMDP de cada ruta sobre el total

El Peso 2 es el % de la IMDP descartando las rutas que comunican zonas situadas fuera del área de influencia de la línea férrea.

Tabla 161. Factores de emisión para las composiciones ferroviarias previsionales

Factor de emsiión adoptados para nuevas composiciones ferroviarias con carga de 750 tn (kg CO2/tn·km)			
Tipo de mercancia	**Peso**	**Diesel**	**Eléctrico**
Trenes de carbón	34,54%	0,026	0,011
Trenes de amoniaco	13,84%	0,022	0,010
Trenes de coque	7,40%	0,026	0,011
Trenes de ceral	4,74%	0,026	0,011
Trenes de chatarra	5,31%	0,021	0,010
Trenes de contenedores	34,16%	0,026	0,011
	100,00%	0,025	0,011

Fuente: Universidad de Extremadura con datos de Gonzalez Franco. 2010

Se muestra a continuación el ahorro de emisiones basado en los factores de emisiones y longitudes justificadas en los apartados precedentes:

– Factor de emisión modo carretera (kg CO_2/tn·km) 0,061.

– Factor de emisión ferrocarril diesel actual (kg CO_2/tn·km) 0,030 (es la media ponderada de los indicados anteriormente).

– Factor de emisión ferrocarril diesel en la línea adaptada (kg CO_2/tn·km) 0,025 (media ponderada con los mismos porcentajes de tipo de mercancías actuales de los valores de la tabla anterior).

– Factor de emisión ferrocarril eléctrico en la línea adaptada (kg CO_2/tn·km) 0,011 (media ponderada con los mismos porcentajes de tipo de mercancías actuales de los valores de la tabla anterior).

– 111 km de desplazamiento medio ponderado para camión con origen/destino fuera de Extremadura. (Justificado anteriormente)

– 112,15 km de desplazamiento medio para camión con origen/destino intrarregional. Para la obtención de este dato se ha considerado la conexión entre Badajoz y Don Benito, equivalente a los movimientos intrarregionales de mercancías en modo carretera actuales.
– 112,15 km de desplazamiento intraregional en tren.
– 213,34 km de desplazamiento en tránsito en tren. Es el equivalente a la longitud de aproximada de trazado extremeño.

Los factores de emisión para el modo ferroviario con las nuevas composiciones ferroviarias posible en la línea adaptada se han fijado según los trabajos realizados por **Gonzalez Franco (2010)** por adaptarse muy bien en todas las variables expuestas al proyecto analizado.

Integrando todo lo expuesto se obtienen los ahorros de emisiones de CO_2 que se recogen en las tablas siguientes tablas.

Tabla 162. Ahorro de emisiones en el Cofemanex con tracción diésel

Transporte de mercancias en la linea ferrea.	Actual	2017	2018	2019	2020	2021
Origen/Destino intrarregional (tn)	360.776	1.163.940	1.190.711	1.220.478	1.263.195	1.326.355
Transporte de mercancias en tránsito, extrarregional (tn)	187.200	1.225.588	1.253.776	1.931.745	1.999.356	2.099.324
Total (tn)	547.976	2.389.528	2.444.487	3.152.223	3.262.551	3.425.679

Crecimiento del modo ferroviario (tn) (41%)	**755.036,32**	**22.533,19**	**290.171,76**	**45.234,48**	**66.882,48**
Origen/Destino intrarregional (tn)	367.778,48	10.975,93	112.348,73	17.513,89	25.895,57
Origen/Destino extrarregional (tn)	387.257,84	11.557,26	177.823,03	27.720,59	40.986,91
Crecimiento por captación desde el modo carretera (tn) (59%)	**1.086.515,68**	**32.425,81**	**417.564,24**	**65.093,52**	**96.245,52**
Origen/Destino intrarregional (tn)	529.242,20	15.794,63	161.672,56	25.202,92	37.264,36
Origen/Destino extrarregional (tn)	557.273,48	16.631,18	255.891,68	39.890,60	58.981,16

Ahorro de emisiones por mejora en modo ferroviario	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**Totales**
	618,43	**18,46**	**252,32**	**39,33**	**58,16**	**986,69**
Origen/Destino intrarregional (t de CO2)	205,93	6,15	62,91	9,81	14,50	299,30
Origen/Destino extrarregional (t de CO2)	412,49	12,31	189,41	29,53	43,66	687,40
Ahorro de emisiones por lo se resta al modo carretera	**4.342,50**	**129,60**	**1.667,23**	**259,90**	**384,28**	**6.783,51**
Origen/Destino intrarregional (t de CO2)	2.126,03	63,45	649,46	101,24	149,70	3.089,87
Origen/Destino extrarregional (t de CO2)	2.216,47	66,15	1.017,77	158,66	234,59	3.693,64
Total ahorro de emisiones	**4.960,92**	**148,05**	**1.919,55**	**299,24**	**442,44**	**7.770,20**

Fuente: Universidad de Extremadura

Tabla 163.Ahorro de emisiones en el Cofemanex con tracción eléctrica

Transporte de mercancías en la linea ferrea.	Actual	2017	2018	2019	2020	2021
Origen/Destino intrarregional (tn)	360.776	1.163.940	1.190.711	1.220.478	1.263.195	1.326.355
Transporte de mercancías en tránsito, extrarregional (tn)	187.200	1.225.588	1.253.776	1.931.745	1.999.356	2.099.324
Total (tn)	547.976	2.389.528	2.444.487	3.152.223	3.262.551	3.425.679

Crecimiento del modo ferroviario (tn) (41%)	755.036,32	22.533,19	290.171,76	45.234,48	66.882,48
Origen/Destino intrarregional (tn)	367.778,48	10.975,93	112.348,73	17.513,89	25.895,57
Origen/Destino extrarregional (tn)	387.257,84	11.557,26	177.823,03	27.720,59	40.986,91
Crecimiento por captación desde el modo carretera (tn) (59%)	**1.086.515,68**	**32.425,81**	**417.564,24**	**65.093,52**	**96.245,52**
Origen/Destino intrarregional (tn)	529.242,20	15.794,63	161.672,56	25.202,92	37.264,36
Origen/Destino extrarregional (tn)	557.273,48	16.631,18	255.891,68	39.890,60	58.981,16

Ahorro de emisiones por mejora en modo ferroviario	2017	2018	2019	2020	2021	Totales
Origen/Destino intrarregional (t de CO2)	**2.398,64**	**71,58**	**978,65**	**152,56**	**225,57**	**3.827,01**
Origen/Destino extrarregional (t de CO2)	798,74	23,84	244,00	38,04	56,24	1.160,86
Ahorro de emisiones por lo se resta al modo carretera	1.599,90	47,75	734,65	114,52	169,33	2.666,16
Origen/Destino intrarregional (t de CO2)	**6.084,92**	**181,60**	**2.336,20**	**364,19**	**538,48**	**9.505,38**
Origen/Destino extrarregional (t de CO2)	2.979,09	88,91	910,05	141,87	209,76	4.329,68
Total ahorro de emisiones	3.105,83	92,69	1.426,15	222,32	328,72	5.175,70
	8.483,56	**253,18**	**3.314,85**	**516,75**	**764,05**	**13.332,39**

Fuente: Universidad de Extremadura

9.8.- RESULTADOS. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AHORRO DE EMISIONES DE CO_2

Para lograr los objetivos de la Unión Europea (UE) en materia de cambio climático se creó, dentro del primer Programa Europeo sobre el Cambio Climático (COM/2000/0088), el Sistema Europeo de Comercio de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero, regulado por la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo (DOUE, L 275/32, 2003) y la Directiva 2004/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad con respecto a los mecanismos de proyectos del **protocolo de Kioto.**

Estas directivas fueron precedentes al ordenamiento español mediante la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero y la Ley 13/2010, de 5 de julio, por la que se modifica la anterior para perfeccionar y ampliar el régimen general de comercio de derechos de emisión e incluir la aviación en el mismo.

En el año 2009, ante la finalización del periodo de vigencia del Protocolo de Kioto (NU, 1998), la UE aprobó el "Paquete legislativo" Energía-Clima (Consejo de la Unión Europea, 2009), estableciendo un nuevo objetivo interno para el año 2020, consistente en la reducción en un 20% de los GEI respecto al año base 1990. La UE pretende alcanzar esta meta consiguiendo que, para entonces, el 20% de la energía proceda de fuentes renovables, se reduzca en un 20% el consumo energético y que el 10% de los combustibles utilizados por el transporte sean biocombustibles.

Los Planes Nacionales de Asignación de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero, (**PNA**), establecen el reparto de derechos de emisión entre las instalaciones industriales afectadas por la Ley 1/2005, de 9 de marzo. El sector del transporte está fuera del ámbito de aplicación de la Ley 13/2010.

El desarrollo normativo no especifica una metodología específica para el cálculo de las emisiones. En el año 2010 la Comisión Europea realizó un estudio para analizar las diferentes iniciativas al respecto y ver la posibilidad de unificación de metodologías. Se analizaron más de 140 metodologías de las cuales se encontraron que unos 80 métodos o iniciativas presentan un enfoque de organización y unos 60 enfoque de producto.

Considerando el transporte como una actividad dentro del proceso productivo de una organización si se podría aplicar varias metodologías sobre cuantificación y reporte de los derechos de emisión:

– GHG Protocol (WRI/WBCSD). Protocolo internacional para el cálculo y comunicación de las emisiones GEI en organizaciones. Es en el que posteriormente se basó la ISO 14064.

– ISO 14064-1. (ISO/TC 207). Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Especificación con orientación a nivel de las organizaciones para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero, validación y verificación.

– ISO 14069. (ISO/TC 207). Huella de carbono en organizaciones. Guía de aplicación de la norma ISO 14064-1.

El sector del transporte de mercancías por carretera y ferrocarril está fuera **del Sistema Europeo de Comercio de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero**, y no existe para él una sistemática específica y propia sobre medición y control de los reportes de los derechos de emisión. Aun así, parece interesante valorar económicamente el ahorro considerando las cotizaciones medias históricas de los derechos de emisión.

La valoración económica de los efectos ambientales de un proyecto se ha realizado tradicionalmente a través del coste de medidas de corrección, protección, y/o compensación para lograr un medio lo menos alterado posible respecto a la situación preoperacional.

Por otra parte, los procesos productivos son causa de efectos ambientales adversos, entre otras cosas, por el consumo de recursos. Dentro de estos recursos encontramos algunos que tradicionalmente han sido considerados gratis e inagotables, como por ejemplo la atmosfera. A principios de la revolución industrial nadie pensó que la atmosfera no pudiera ser un recurso gratis e inagotable. Hoy se sabe que los bienes que antes se podían considerar libres (externalidades) se ven afectados por las actividades de extracción, transformación, producción, transporte, consumo y gestión de residuos.

Mediante la creación un mercado de derechos de emisión de CO_2 se logra internalizar en las cuentas de una empresa el coste ambiental de estas emisiones (internalizar las externalidades).

Los derechos de emisión en la Unión Europea son los European Union Allowance (EUA).

El grafico siguiente ilustra la evolución reciente de los derechos de emisión. A la vista del mismo se puede afirmar que se trata de un mercado de gran volatilidad, sujeto a numerosas incertidumbres. Se pueden citar las siguientes:

– Nuevos compromisos internacionales, eficiencia y rapidez en la implementación de medidas promovidas por los diferentes países para reducir la emisión de gases efecto invernadero asumidas en estos compromisos.

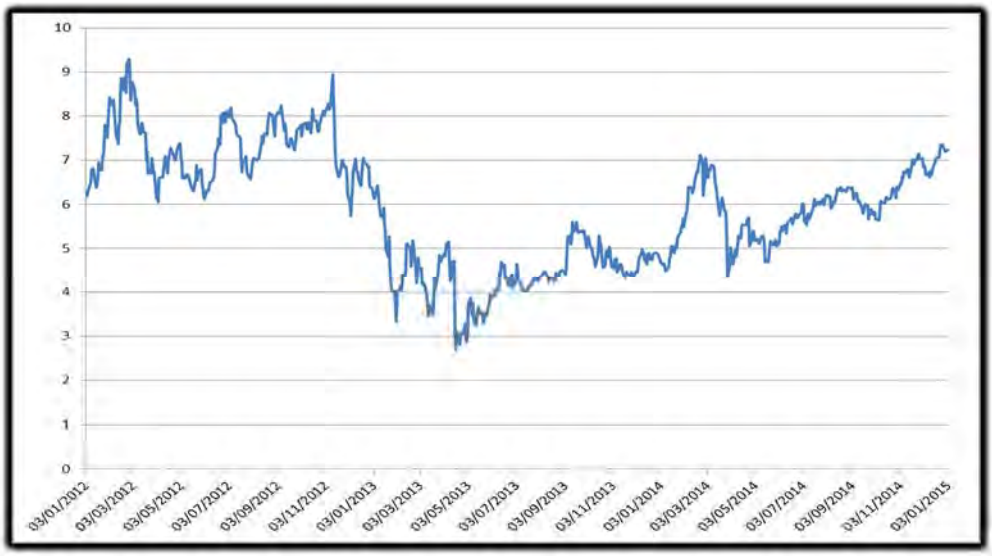
– Cambio tecnológico en lo referido a las fuentes de energías utilizadas en el transporte.

– Desarrollo tecnológico de los emisores.

– La complejidad derivada de un mercado libre de derechos de emisión y, por lo tanto, sujeta a procesos especulativos, acentuado por el agotamiento de los combustibles fósiles.

–

Gráfico 268. Evolución reciente del precio de los derechos de emisión (€/t CO_2)

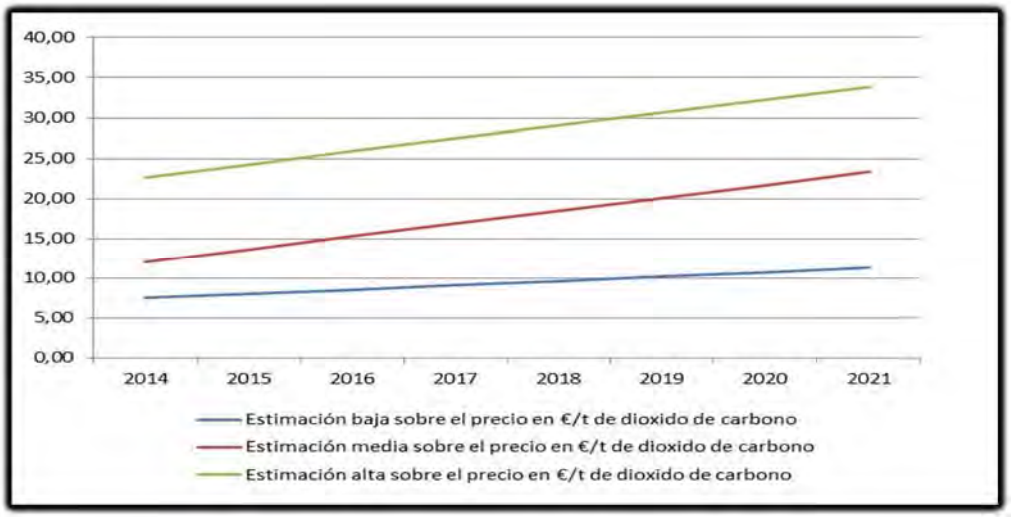


Fuente: SedecoCO_2

Debido a todo ello existe una gran incertidumbre sobre la evolución futura en las cotizaciones de los derechos de emisión.

Synapse Energy Economics [137] ha recopilado más de 75 diferentes escenarios de precios. Estos escenarios incluyen los realizados por el departamento de energía de Estados Unidos (EEUU), el departamento de medio ambiente de EEUU, el Massachusetts Institute of Technology y la Universidad de Duke. Sobre la base de esta recopilación se han considerado tres evoluciones posibles en el precio de los derechos de emisión de CO_2, las cuales se muestran en el grafico siguiente.

Gráfico 269. Evolución previsional del precio de los derechos de emisión (€/t CO_2)



Fuente: Synapse Energy Economics. CO2 Price Forecasts

Se adjuntan las tablas (para tracción diésel y eléctrica) con el ahorro final económico estimado en derechos de emisión utilizando las previsiones del gráfico anterior.

[137] Consultora estadounidense especializada en el sector de la energía. Dentro de sus clientes se encuentran los departamentos de energía y de medio ambiente de Estados Unidos, Greenpeace y United Nations Framework Convention on Climate Change.

Tabla 164. Valoración del ahorro de emisiones de CO_2 con tracción diesel

Transporte de mercancias en la linea ferrea.	Actual	2017	2018	2019	2020	2021
Origen/Destino intrarregional (tn)	360.776	1.163.940	1.190.711	1.220.478	1.263.195	1.326.355
Transporte de mercancias en tránsito, extrarregional (tn)	187.200	1.225.588	1.253.776	1.931.745	1.999.356	2.099.324
Total (tn)	547.976	2.389.528	2.444.487	3.152.223	3.262.551	3.425.679

Crecimiento del modo ferroviario (tn) (41%)	755.036,32	22.533,19	290.171,76	45.234,48	66.882,48
Origen/Destino intrarregional (tn)	367.778,48	10.975,93	112.348,73	17.513,89	25.895,57
Origen/Destino extrarregional (tn)	387.257,84	11.557,26	177.823,03	27.720,59	40.986,91
Crecimiento por captación desde el modo carretera (tn) (59%)	**1.086.515,68**	**32.425,81**	**417.564,24**	**65.093,52**	**96.245,52**
Origen/Destino intrarregional (tn)	529.242,20	15.794,63	161.672,56	25.202,92	37.264,36
Origen/Destino extrarregional (tn)	557.273,48	16.631,18	255.891,68	39.890,60	58.981,16

Ahorro de emisiones por mejora en modo ferroviario	2017	2018	2019	2020	2021	Totales
	618,43	**18,46**	**252,32**	**39,33**	**58,16**	**986,69**
Origen/Destino intrarregional (t de CO2)	205,93	6,15	62,91	9,81	14,50	299,30
Origen/Destino extrarregional (t de CO2)	412,49	12,31	189,41	29,53	43,66	687,40
Ahorro de emisiones por lo se resta al modo carretera	**4.342,50**	**129,60**	**1.667,23**	**259,90**	**384,28**	**6.783,51**
Origen/Destino intrarregional (t de CO2)	2.126,03	63,45	649,46	101,24	149,70	3.089,87
Origen/Destino extrarregional (t de CO2)	2.216,47	66,15	1.017,77	158,66	234,59	3.693,64
Total ahorro de emisiones	**4.960,92**	**148,05**	**1.919,55**	**299,24**	**442,44**	**7.770,20**

Precios previsionales de los derechos de emisión (€/t CO2)	2017	2018	2019	2020	2021
Bajo	9,13	9,68	10,22	10,77	11,31
Medio	16,90	18,50	20,11	21,71	23,32
Alto	27,48	29,07	30,67	32,27	33,87

Valoración del ahorro de emisiones de CO2 (€)	2017	2018	2019	2020	2021	Totales
Bajo	45.299,08	1.432,63	19.621,16	3.221,89	5.005,06	**74.579,81**
Medio	83.833,79	2.739,50	38.598,70	6.497,28	10.316,70	**141.985,97**
Alto	136.302,86	4.304,51	58.878,15	9.656,86	14.985,76	**224.128,14**

Fuente: Universidad de Extremadura

Tabla 165. Valoración del ahorro de emisiones de CO_2 con tracción eléctrica

Transporte de mercancias en la linea ferrea.	**Actual**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Origen/Destino intrarregional (tn)	360.776	1.163.940	1.190.711	1.220.478	1.263.195	1.326.355
Transporte de mercancias en tránsito, extrarregional (tn)	187.200	1.225.588	1.253.776	1.931.745	1.999.356	2.099.324
Total (tn)	547.976	2.389.528	2.444.487	3.152.223	3.262.551	3.425.679

Crecimiento del modo ferroviario (tn) (41%)	**755.036,32**	**22.533,19**	**290.171,76**	**45.234,48**	**66.882,48**
Origen/Destino intrarregional (tn)	367.778,48	10.975,93	112.348,73	17.513,89	25.895,57
Origen/Destino extrarregional (tn)	387.257,84	11.557,26	177.823,03	27.720,59	40.986,91
Crecimiento por captación desde el modo carretera (tn) (59%)	**1.086.515,68**	**32.425,81**	**417.564,24**	**65.093,52**	**96.245,52**
Origen/Destino intrarregional (tn)	529.242,20	15.794,63	161.672,56	25.202,92	37.264,36
Origen/Destino extrarregional (tn)	557.273,48	16.631,18	255.891,68	39.890,60	58.981,16

Ahorro de emisiones por mejora en modo ferroviario	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**Totales**
Origen/Destino intrarregional (t de CO2)	**2.398,64**	**71,58**	**978,65**	**152,56**	**225,57**	**3.827,01**
Origen/Destino extrarregional (t de CO2)	798,74	23,84	244,00	38,04	56,24	1.160,86
Ahorro de emisiones por lo se resta al modo carretera	1.599,90	47,75	734,65	114,52	169,33	2.666,16
Origen/Destino intrarregional (t de CO2)	**6.084,92**	**181,60**	**2.336,20**	**364,19**	**538,48**	**9.505,38**
Origen/Destino extrarregional (t de CO2)	2.979,09	88,91	910,05	141,87	209,76	4.329,68
Total ahorro de emisiones	3.105,83	92,69	1.426,15	222,32	328,72	5.175,70
	8.483,56	**253,18**	**3.314,85**	**516,75**	**764,05**	**13.332,39**

Precios previsionales de los derechos de emisión (€/t CO2)	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Bajo	9,13	9,68	10,22	10,77	11,31
Medio	16,90	18,50	20,11	21,71	23,32
Alto	27,48	29,07	30,67	32,27	33,87

Valoración del ahorro de emisiones de CO2 (€)	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**Totales**
Bajo	77.464,91	2.449,91	33.883,63	5.563,85	8.643,19	**128.005,49**
Medio	143.362,23	4.684,76	66.655,80	11.220,11	17.815,82	**243.738,73**
Alto	233.088,38	7.361,05	101.676,22	16.676,36	25.878,79	**384.680,80**

Fuente: Universidad de Extremadura

10.- CONCLUSIONES DEL ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

Los efectos ambientales directos o indirectos, residuales, tras la adopción de las medidas protectoras, correctoras y compensatorias descritas, a falta de la realización del preceptivo Estudio de Impacto Ambiental, se puede decir que serán compatibles con la ejecución y puesta en servicio del corredor ferroviario. El impacto final total del proyecto sería muy bajo y se produciría una recuperación rápida de las condiciones naturales iniciales.

Para el período 2017 a 2021 el corredor restaría de la circulación por carretera 863.204[138] operaciones de transporte en camión. Es necesario tener en cuenta que **por cada tonelada neta transportada en el corredor se emitiría un 59% menos de CO_2 que si se transportase por carretera con tracción ferroviaria diesel, y un 82% menos si la tracción ferroviaria fuera eléctrica**.

A modo de referencia, se puede señalar que las emisiones de CO_2 de los procesos industriales en la región[139], fueron en el año 2011 de 441.900 t. **Esto implica un ahorro total acumulado en el período 2017 al 2021 en las emisiones de CO_2 entorno al 1,76% y 3,02% para composiciones ferroviarias con tracción diesel y eléctrica respectivamente, sobre las emisiones de los procesos industriales actuales de la región.**

Operando bajo la hipótesis de poder aplicar la evolución previsible del precio de los derechos de emisión de CO_2 en el mercado mundial al sector del transporte (sector que actualmente está fuera del Sistema Europeo de Comercio de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero) se obtendrían los **ahorros acumulados para el período 2017 a 2021 que varían entre 74.580 y 224.128 € para composiciones ferroviarias con tracción diesel y entre 128.005 y 384.681 € para tracción eléctrica.**

[138] Para la obtención de este dato, se parte de la demanda potencial obtenida en el apartado 4.3 "*Estimación de la demanda potencial del Cofemanex*" y del porcentaje de trasvase carretera/ferrocarril estimado en 2019, que es el 59%.

[139] Informe Ambiental de Extremadura de 2012.

11.- FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

A lo largo del desarrollo de la tesis han ido apareciendo algunos temas colaterales sobre los que se ha identificado poca investigación previa y que podrían constituir líneas futuras de investigación cuyos avances, sin duda, podrían ayudar a ampliar o profundizar en los resultados alcanzados en la presente tesis.

Los temas que, en concreto, se consideran más prometedores para enriquecer y complementar esta tesis son los siguientes:

11.1.- LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA PARTE DE INGENIERÍA

11.1.1.- Estimación de la demanda potencial del Cofemanex

En el apartado 4.3 "*Estimación de la demanda potencial del Cofemanex*" se realiza un cálculo de la demanda potencial del corredor siguiendo las indicaciones del Ministerio de Fomento en su "*Plan Estratégico para el impulso del transporte ferroviario de mercancías en España*". Sin embargo, la realización de esta demanda potencial se puede realizar de una forma más exacta llevando a cabo un "***estudio de mercado***".[140]

Para el **Estudio de Mercado** sobre el Transporte de Mercancías en Extremadura se considera imprescindible disponer de información sobre los procesos de selección modal que adoptan los cargadores, transitarios y operadores logísticos, así como la valoración y capacidad de sustitución de los modos de transporte terrestre (ferrocarril y carretera).

Se debe elaborar un cuestionario y un guión de **entrevista** para realizar un análisis tanto cuantitativo como cualitativo con el fin de obtener una visión clara y real sobre la opinión que las empresas extremeñas tienen respecto al transporte de mercancías por ferrocarril y sus limitaciones.

El estudio sobre el **Transporte de Mercancías en Extremadura** deberá desarrollarse analizando las respuestas de las encuestas y las respuestas y opiniones que los decisores aporten en la entrevista.

Tanto para la fase cualitativa como para la fase cuantitativa, las empresas deben ser seleccionadas de una base de datos escogiendo las más representativas según los siguientes criterios:

– La representación relativa de la ubicación de dichas empresas en Extremadura y el resto del territorio nacional.

– La facturación obtenida a lo largo de los últimos años.

– Los sectores en los que operan.

Los **objetivos de la entrevista** deben ser principalmente los siguientes:

Relaciones principales:

– Qué mercancías transporta y cómo (modo de transporte, medio…).

– Cuál es la participación del ferrocarril. Real y óptima.

Valoración de la oferta ferroviaria:

– Aspectos más relevantes de los procesos de selección modal para los que el ferrocarril es más competitivo.

– Identificación de los problemas / soluciones en el ferrocarril respecto a sus necesidades logísticas.

[140] Consultransa.

- Prioridades que se fijaría en la mejora del ferrocarril y en qué corredores.
- Existencia de una visión paneuropea del ferrocarril por parte de la empresa. Razones.
- Diferencias observadas entre el transporte de mercancías por ferrocarril en Extremadura con el resto de España y con respecto del resto de Europa.
- Facilidades o dificultades existentes para utilizar el ferrocarril.
- Problemas en origen, destino o en ambos.
- Limitaciones que expliquen sus relaciones actuales con el ferrocarril.
- Necesidades concretas que no están bien atendidas por el ferrocarril.
- Importancia que podría tener el ferrocarril y en qué condiciones, en sus estrategias a medio/largo plazo
- Conveniencia de las políticas sobre dotaciones de servicios logísticos, instalaciones de transporte, etc…

Predisposición de uso futuro del ferrocarril (una vez optimizado) para el trasporte de mercancías

El grueso de la contratación se centrará en el siguiente perfil:

- Media y larga distancia (más de 600 km).
- Gran y mediano volumen / tonelaje.
- Envíos programados.
- Plazo de entrega medio y amplio.
- Con clientes que aceptan stocks.
- Directo (punto a punto) o intermodal (camión y barco) gracias al servicio integral.
- Destino único o doble.
- A grandes ciudades.
- Con apartadero, conexión a puerto o estación de tren cercana.
- Mercancías no perecederas.

11.1.2.- Carga por eje y carga lineal real del Cofemanex

Los parámetros fundamentales para un corredor ferroviario de mercancías son la longitud de tren que puede circular por él y su capacidad portante (carga por eje y carga lineal).

Las líneas y tramos de la RFIG de ancho ibérico gestionada por Adif se hallan clasificadas en nueve categorías en función de la carga admitida por eje y por metro lineal, cuyas características definitorias se recogen en el apartado 2.4.3 "*Carga por eje y carga lineal de la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG) gestionada por Adif*,"

El Cofemanex discurre íntegramente en tramos de línea D4, en principio está capacitado para soportar los **22,5 t/eje y 8t/m**. Sin embargo, como se explica en esta tesis, las limitaciones de carga reales son menores, llegando incluso a limitarse a **10 t/eje** los trenes que circulan entre Castuera y Brazatortas (123 km).

En esta tesis doctoral se han estudiado cada una de las capas de la superestructura existentes en el Cofemanex, diferenciando los tipos de carril, traviesa y balasto existentes en el mismo.

Aunque estos materiales son muy comunes y por tanto se conoce su comportamiento mecánico, sería bueno comprobar, sobre todo en las zonas donde no se dispone de

traviesas de hormigón monobloque, la **capacidad real de carga** de los distintos tramos del corredor, ya que las limitaciones de carga en el corredor son muy numerosas.

De esta forma se podría comprobar si los tramos con superestructura en estado **REGULAR** (normalmente con traviesas bibloque) podrían soportar mayores cargas que las 10t/eje limitadas por Adif, y si el resultado de los ensayos se acercara más a los 22,5 t/eje[141], retrasar su sustitución.

También debería analizarse el comportamiento mecánico y estado de cada uno de los materiales que conforman la superestructura, como son:

– Los carriles de acero, sobretodo los de 45kg/m,

– Las traviesas , haciendo hincapié en las de madera y las bibloque,

– El balasto, principalmente el calizo o el que tiene mezcla de siliceo-calizo.

11.1.3.- Estudio de otras lineas ferroviarias extremeñas

En esta tesis doctoral se ha estudiado en profundidad el corredor de mercancías ferroviario manchego-extremeño (Cofemanex) que une las ciudades de Badajoz y Puertollano. Esta línea es la 520 de la RFIG de Adif y tiene un total aproximada de 304 km.

Extremadura tiene otras líneas férreas que podrían ser estudiadas. El tramo de línea convencional entre Navalmoral-Plasencia-Cáceres-Mérida carece de sentido ya que va a ser desmantelada por la construcción del Tren de Altas Prestaciones mixto Madrid-Extremadura.

Sin embargo podría ser de interés el estudio de la línea **Mérida-Los Rosales (**línea 516 de la RFIG de Adif), que comunica Extremadura con Andalucía. La mejora de esta línea facilitaría el acceso a la comunidad que tiene un número mayor de operaciones de transporte por carretera, tanto de viajeros como de mercancías. Además facilitaría el acceso al **puerto de Huelva**, por lo que podría suponer un gran ahorro para el traslado de las mercancías de Extremadura al extranjero.

El estudio, al igual que se ha hecho en esta tesis, debería completarse con su repercusión socioeconómica, su caracterización ambiental y el estudio de emisiones de CO_2.

11.2.- LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA PARTE DEL ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

11.2.1.- Generación de tablas Input-Output actualizadas en Extremedura

En esta tesis doctoral, para establecer el **impacto socioeconómico** de las distintas inversiones previstas en la fase de puesta en servicio y explotación del Cofemanex**, se confecciona una herramienta (hoja de cálculo) que permite relacionar estas inversiones con sus efectos (directos, indirectos e inducidos) sobre la producción y empleo de la sociedad extremeña a través de una tabla input-output.**

La tabla Input-Output simétrica es en esencia, la plasmación de un sistema económico, sobre el cual se establece una medición precisa de todas sus interrelaciones y principales variables, dentro de las cuentas de producción y explotación de una economía determinada.

[141] Cantidad que se marca como mínima en las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad Europeas para líneas de transporte de la Red Básica acondicionadas. Véase apartado 2.4 "*Condicionantes infraestructurales y de explotación para el transporte de viajeros y mercancías*".

Dado que no existe Tabla Input-Output (TIO) para Extremadura, de entre las doce comunidades autónomas españolas que sí disponen de TIO se ha seleccionado la TIO de la comunidad autónoma con la estructura del VAB más próxima a Extremadura (la de menor distancia euclídea). Los resultados indican que la estructura del Valor Añadido Bruto (VAB) con mayor similitud a la de Extremadura es la correspondiente a Castilla-La Mancha. Por consiguiente se ha utilizado la TIO de Castilla-La Mancha del año 2008 (última disponible)

Cabe señalar que el modelo de impacto derivado de las tablas TIO-R opera sobre una base de coeficientes técnicos de producción, VAB y empleo; es decir, lo hace en términos relativos, de ahí que se pueda trasladar el uso de estos ratios al caso extremeño. En el caso de los valores absolutos del modelo, se ha trabajado siempre con información estadística actualizada de la región en estudio.

En cualquier caso se propone abrir una línea de investigación que genere unas nuevas tablas Input-Output actualizadas de la Comunidad Autónoma de Extremadura y permitan corroborar los valores de impacto socioeconómico que se aportan en esta tesis.

11.3.- LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA PARTE DEL ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

En esta tesis se realiza una caracterización ambiental del Cofemanex y estudio de emisiones de CO_2, antes y después de la puesta en servicio del corredor ferroviario.

Una vez conocidas estas emisiones se pueden comparar con las que se generan por carretera y poder así cuantificar su ahorro.

Para poder ensalzar la bondad del ferrocarril sobre la carretera se podrían abrir otras líneas de investigación que lo hicieran desde otros puntos de vista, que podrían ser:

– **Mejora de la Seguridad Vial** como consecuencia de la reducción de camiones en las carreteras, debido al trasvase de mercancías carretera-ferrocarril.

– **Ahorro económico en la conservación de las carreteras** para las distintas administraciones. Este ahorro es debido a la reducción del tráfico pesado que va a circular por ellas, como consecuencia del trasvase de mercancías carretera-ferrocarril.

– **Reducción de atropellos de fauna** que se produce como consecuencia de la reducción del número de camiones que circulan por las carreteras, al existir un trasvase carretera-ferrocarril con las mejoras en la red ferroviaria.

12.- BIBLIOGRAFÍA

12.1.- NORMATIVA EUROPEA

- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. "DECISIÓN DE LA COMISIÓN DE 26 DE ABRIL DE 2011 SOBRE LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INTEROPERABILIDAD DE SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA FERROVIARIO TRANSEUROPEO CONVENCIONAL". 2011.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. "DIRECTIVA 96/48/CE DEL CONSEJO DE 23 DE JULIO DE 1996 RELATIVA A LA INTEROPERABILIDAD DEL SISTEMA FERROVIARIO TRANSEUROPEO DE ALTA VELOCIDAD". 1996.
- Comisión Europea. "CONNECTING EUROPE FACILITY. INVESTING IN EURPOE'S GROWTH". 2014-2020
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. "DECISIÓN DE LA COMISIÓN DE 21 DE MARZO DE 2001 RELATIVA A LOS PARÁMETROS FUNDAMENTALES DEL SISTEMA FERROVIARIO TRANSEUROPEO DE ALTA VELOCIDAD, DENOMINADOS «CARACTERÍSTICAS DEL ERTMS» EN EL APARTADO 3 DEL ANEXO II DE LA DIRECTIVA 96/48/CE". 2001.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. "REGLAMENTO (UE) N O 321/2013 DE LA COMISIÓN DE 13 DE MARZO DE 2013 SOBRE LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INTEROPERABILIDAD RELATIVA AL SUBSISTEMA «MATERIAL RODANTE — VAGONES DE MERCANCÍAS» DEL SISTEMA FERROVIARIO DE LA UNIÓN EUROPEA Y POR EL QUE SE DEROGA LA DECISIÓN 2006/861/CE". 2013.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. "DECISIÓN DE LA COMISIÓN DE 20 DE DICIEMBRE DE 2007 SOBRE LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INTEROPERABILIDAD DEL SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA FERROVIARIO TRANSEUROPEO DE ALTA VELOCIDAD". 2007.
- Comisión Europea. Dirección General de Movilidad y Transportes. "LIBRO BLANCO DEL TRANSPORTE. HOJA DE RUTA HACIA UN ESPACIO ÚNICO EUROPEO DE TRANSPORTE: POR UNA POLÍTICA DE TRANSPORTES COMPETITIVA Y SOSTENIBLE". 2011.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. "REGLAMENTO (UE) N O 913/2010 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO DE 22 DE SEPTIEMBRE DE 2010 SOBRE UNA RED FERROVIARIA EUROPEA PARA UN TRANSPORTE DE MERCANCÍAS COMPETITIVO". 2010.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. "DECISIÓN DE LA COMISIÓN DE 6 DE MARZO DE 2008 SOBRE LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INTEROPERABILIDAD DEL SUBSISTEMA DE ENERGÍA DEL SISTEMA FERROVIARIO TRANSEUROPEO DE ALTA VELOCIDAD". 2008.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. "DECISIÓN DE LA COMISIÓN DE 28 DE MARZO DE 2006 SOBRE LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INTEROPERABILIDAD REFERENTE AL SUBSISTEMA DE CONTROL Y MANDO Y SEÑALIZACIÓN DEL SISTEMA FERROVIARIO TRANSEUROPEO CONVENCIONAL". 2006.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. "DECISIÓN DE LA COMISIÓN DE 20 DE DICIEMBRE DE 2007 RELATIVA A LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE INTEROPERABILIDAD SOBRE SEGURIDAD EN LOS TÚNELES EN LOS SISTEMAS FERROVIARIOS TRANSEUROPEOS CONVENCIONAL Y DE ALTA VELOCIDAD". 2007.

- European Committee for standardization. “EN 15273-3:2009: RAILWAY APPLICATIONS - GAUGES - PART 3: STRUCTURE GAUGES”. 2013
- Council of the European Union. “TRANSPORT, TELECOMMUNICATIONS AND ENERGY”. 2012.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. “REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL ON UNION GUIDELINES FOR THE DEVELOPMENT OF THE TRANS-EUROPEAN TRANSPORT NETWORK”. 2012.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. “REGLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO POR EL QUE SE CREA EL MECANISMO «CONECTAR EUROPA»”. 2011.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. “REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCILESTABLISHING THE CONNECTING EUROPE FACILITY”. 2011.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. “DICTAMEN DEL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO SOBRE LA «PROPUESTA DE REGLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO POR EL QUE SE CREA EL MECANISMO “CONECTAR EUROPA”»”. 2012.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. “DICTAMEN DEL COMITÉ DE LAS REGIONES — REVISIÓN DEL MARCO LEGISLATIVO DE LA RTE-T”. 2012.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. “DECISIÓN Nº 661/2010/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO DE 7 DE JULIO DE 2010 SOBRE LAS ORIENTACIONES DE LA UNIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA RED TRANSEUROPEA DE TRANSPORTE”. 2010.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. “REGLAMENTO (CE) NO 680/2007 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO DE 20 DE JUNIO DE 2007 POR EL QUE SE DETERMINAN LAS NORMAS GENERALES PARA LA CONCESIÓN DE AYUDAS FINANCIERAS COMUNITARIAS EN EL ÁMBITO DE LAS REDES TRANSEUROPEAS DE TRANSPORTE Y ENERGÍA”. 2007.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. “REGLAMENTO (UE) N O 670/2012 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO DE 11 DE JULIO DE 2012 QUE MODIFICA LA DECISIÓN N O 1639/2006/CE POR LA QUE SE ESTABLECE UN PROGRAMA MARCO PARA LA INNOVACIÓN Y LA COMPETITIVIDAD (2007 A 2013) Y EL REGLAMENTO (CE) N O 680/2007 POR EL QUE SE DETERMINAN LAS NORMAS GENERALES PARA LA CONCESIÓN DE AYUDAS FINANCIERAS COMUNITARIAS EN EL ÁMBITO DE LAS REDES TRANSEUROPEAS DE TRANSPORTE Y ENERGÍA”. 2012.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. “REGLAMENTO (UE) Nº 1316/2013 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, DE 11 DE DICIEMBRE DE 2013, POR EL QUE SE CREA EL MECANISMO "CONECTAR EUROPA", POR EL QUE SE MODIFICA EL REGLAMENTO (UE) N° 913/2010 Y POR EL QUE SE DEROGAN LOS REGLAMENTOS (CE) N° 680/2007 Y (CE) N° 67/2010”. 2013
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. “REGLAMENTO (UE) N O 1316/2013 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO DE 11 DE DICIEMBRE DE 2013 POR EL QUE SE CREA EL MECANISMO «CONECTAR EUROPA», POR EL QUE SE MODIFICA EL REGLAMENTO (UE) N O 913/2010 Y POR EL QUE SE DEROGAN LOS REGLAMENTOS (CE) N O 680/2007 Y (CE) N O 67/2010”. 2013.

12.2.- NORMATIVA ESPAÑOLA

- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. "NUEVA PROPUESTA DE RED ESPAÑOLA para la RED TRANSEUROPEA DEL TRANSPORTE". 2012.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. "PLANIFICACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA RED FERROVIARIA ESPAÑOLA EN EUROPA PROYECTOS DE REDES TRANSEUROPEAS". 2008.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. S.E. de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. "PLAN DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA PITVI (2012-2024)". 2012.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. "PLAN ESTRATÉGICO PARA EL IMPULSO DEL TRANSPORTE FERROVIARIO DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA". 2010.
- Gobierno de España. Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación. "ANÁLISIS DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA EL IMPULSO DEL TRANSPORTE FERROVIARIO DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA". 2011.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. Secretaría de Estado de Infraestructuras y Planificación. Dirección General de Planificación y Coordinación Territorial. "PLAN ESTRATÉGICO DE INFRAESTRUCTURAS Y TRANSPORTE". 2004.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. Secretaría de Estado de Transportes. Dirección General de Transporte Terrestre. "OBSERVATORIO DEL TRANSPORTE INTERMODAL TERRESTRE Y MARÍTIMO". 2011.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. "ESTRATEGIA LOGÍSTICA DE ESPAÑA". 2013.

  Gobierno de España. Ministerio de Fomento. "OBSERVATORIO DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR CARRETERA. DEMANDA Y OFERTA". Boletín nº 23. 2014.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. "OBSERVATORIO TRANSFRONTERIZO ESPAÑA-PORTUGAL (OTEP)". 2013.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. "ENCUESTA PERMANENTE DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR CARRETERA (EPTMC)". 2013.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento "ESTUDIO DE CORREDORES DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA". 2008.
- Gobierno de España. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente. GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN CARRETERAS Y FERROCARRILES. 1995.
- Gobierno de España. Ministerio de Medio Ambiente. GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DEL MEDIO FÍSICO.2004.
- Gobierno de España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. INVENTARIOS NACIONALES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA 1990-2012.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. ENCUESTAS TRANSIT 2004.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. OBSERVATORIO DEL FERROCARRIL .2011.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. ENCUESTA DE MOVILIDAD DE LAS PERSONAS RESIDENTES EN ESPAÑA. 2007.
- Gobierno de España. Ministerio del Interior. ANUARIO DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO. 2012.

12.3.- FUNDACIÓN TRANSPIRENAICA

- Consultrans. "ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL FERROUTAGE EN EL EJE PRIORITARIO Nº 16 SINES/ALGECIRAS-MADRID-PARÍS. 2011.
- Gobierno de Aragón. "ANÁLISIS DE LOS ESCENARIOS DE EMISIONES DERIVADOS DE LA EXPLOTACIÓN DE LA TRAVESÍA CENTRAL DE LOS PIRINEOS". 2009.
- Gobierno de Aragón. "ANALISIS DE IMPACTO TERRITORIAL DE LA TRAVESÍA CENTRAL DEL PIRINEO". 2013.
- Villarejo Urdániz, Arancha. Moncholí i Badillo, David. López Ureña, María. Rabanaque Hernández, Isabel. Cabello Serrano, Ángel. "ANÁLISIS DE IMPACTO TERRITORIAL DE LA TRAVESIA CENTRAL PIRENAICA". 2005.
- Intecsa, Inarsa, S.A. "ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO DE LA TRAVESÍA CENTRAL DE LOS PIRINEOS, DE LAS ALTERNATIVAS DE FINANCIACIÓN DEL PROYECTO Y DE LOS INSTRUMENTOS JURÍDICOS APLICABLES". 2005.
- Proyecto Pirene. "NECESIDADES DE INTERCONEXIÓN DE LAS REGIONES DE SUDOESTE EUROPEO Y OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE INFRAESTRUCUTAS BAJO UN ENFOQUE MULTIMODAL". 2001.
- Proyecto Pirene II. "NECESIDADES DE INTERCONEXIÓN DE LAS REGIONES DEL SUROESTE EUROPEO. OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE INFRAESTRUCTURAS DESDE UNA PERSPECTIVA MULTIMODAL". 2005.
- Proyecto Pirene III. "NECESIDADES DE INTERCONEXIÓN DE LAS REGIONES DEL SUROESTE EUROPEO. OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE INFRAESTRUCTURAS DESDE UNA PERSPECTIVA MULTIMODAL". 2007.
- Proyecto Pirene IV. "NECESIDADES DE INTERCONEXIÓN DE LAS REGIONES DEL SUROESTE EUROPEO. OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE INFRAESTRUCTURAS DESDE UNA PERSPECTIVA MULTIMODAL". 2009.
- Gobierno de Aragón. "EUROPA EN NUESTRA REGIÓN. LA MEJORA DE LAS REDES DE TRANSPORTE DEL SUDOESTE EUROPEO: Proyecto PIRENE IV". 2009.
- Val, S. Blázquez, N. "ANÁLISIS Y BÚSQUEDA DE SOLUCIONES A LOS CUELLOS DE BOTELLA TRANSPIRENAICOS POR FERROCARRIL". 2007
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. "EJE 16 RTE-T SINES/ALGECIRAS-MADRID-PARIS. UN CORREDOR FERROVIARIO PARA EUROPA Y EL NORTE DE ÁFRICA". 2010.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. "OBSERVATORIO HISPANO-FRANCÉS DE TRÁFICO EN LOS PIRINEOS". 2011.
- Consultrans. "ESTUDIO DE DEMANDA DEL EJE 16". 2012.

12.4.- FERROCARRILES

➢ ***Convenio RENFE 2012-2015***

- Gallardo Jiménez, J.D. "EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE FERROVIARIO EN EXTREMADURA". 2013
- Gallardo Jiménez, J.D. "PLAN DE OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DEL TRANSPORTE FERROVIARIO EN EXTREMADURA. PRÓXIMOS RETOS". 2013.
- Rufo Cordero, M.A. "INFRAESTRUCTURAS DEL TRANSPORTE INTERMODAL EN EXTREMADURA". 2013
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. "DEFINICIÓN DE LOS SERVICIOS FERROVIARIOS DE MEDIA DISTANCIA QUE SE REGIRÁN POR

OBLIGACIONES DE SERVICIO PÚBLICO Y ANÁLISIS INTERMODAL POR CORREDORES DE LOS SERVICIOS DE TRANSPORTE DE VIAJEROS DE MEDIA DISTANCIA POR FERROCARRIL Y CARRETERA". 2012

- ***Observatorio de Ferrocarriles***
  - Gobierno de España. Ministerio de Fomento. "OBSERVATORIO DEL FERROCARRIL EN ESPAÑA". 2011
  - Gobierno de España. Ministerio de Fomento. "ANUARIO DEL FERROCARRIL". 2012.
- ***Rail Freight corridors transport***
  - RailNetEurope. "GUIDELINES FOR FREIGHT CORRIDOR TRAFFIC MANAGEMENT". 2012.
  - Independent Regulators' Group-Rail. "PRELIMINARY GUIDELINES ON THE MONITORING OF RAIL FREIGHT CORRIDORS". 2013.
- ***Normativa de Ferrocarriles***
  - Gobierno de España. Ministerio de Fomento. "REGLAMENTO GENERAL DE CIRCULACIÓN". 2006.
  - Renfe. "MANUAL DE CIRCULACIÓN. MARCAS DE VELOCIDAD Y DE CARGA". 1999
  - Renfe. "MANUAL DE CIRCULACIÓN. CATEGORÍA DE LAS LÍNEAS". 1996
  - Renfe. "MANUAL DE CIRCULACIÓN. PROTECCIÓN DE PASOS A NIVEL". 2002.
  - Renfe. "MANUAL DE CIRCULACIÓN". A.S.F.A." 2004
  - Renfe. "MANUAL DE CIRCULACIÓN. ENCLAVAMIENTOS". 1996.
  - Renfe. "MANUAL DE CIRCULACIÓN. BLOQUEOS". 1996
  - Renfe. "MANUAL DE CIRCULACIÓN. SUMINISTRO DE ENERGIA (ALTA TENSIÓN)". 1996.
  - Renfe. "MANUAL DE CIRCULACIÓN. RADIOTELEFONÍA". 1996.
  - Renfe. "MANUAL DE CIRCULACIÓN. TRACCIÓN DE LOS TRENES". 2002.
  - Adif. "IDENTIFICACIÓN DE LOS TRENES". 2012.
  - Renfe. "MANUAL DE CIRCULACIÓN. SIMBOLOGÍA". 1996
  - Renfe. "MANUAL DE CIRCULACIÓN. PROTECCIÓN AUTOMÁTICA DEL TREN (ATP)". 2013.
  - Adif. "SISTEMA EUROPEO DE CIRCULACIÓN DE TRENES (ERTMS/ETCS)". 2005.
  - Renfe. "INSTRUCCIÓN GENERAL Nº66. PRESCRIPCIONES DE CARGAMENTO". 2004.
  - Renfe. "PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL MATERIAL RODANTE CONVENCIONAL". 2004
  - Adif. "TRANSFORMADORES DE POTENCIA DE TIPO SECO DE 3300 Y 6600 kVA, PARA SUBESTACIONES DE TRACCIÓN DE LÍNEAS CONVENCIONALES". 2008.
  - Adif. "PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL SUMINISTRO Y UTILIZACIÓN DEL BALASTO". 2007.
  - Adif. "GEOMETRÍA DE LA VÍA. N.A.V. 0-2-0.0. PARÁMETROS GEOMÉTRICOS". 1998.
  - Adif. "GEOMETRÍA DE LA VÍA. N.A.V. 0-2-3.0. DETERMINACIÓN DE LAS VELOCIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES POR TRAZADO. ANCHO NOMINAL 1668 MM Y VELOCIDADES HASTA 220 KM/H". 2003.
  - Adif. "PROYECTOS. N.A.V. 1-2-3.0. PUENTES" 1982.

- Adif. “CARRILES. N.A.V. 3-0-0.0. BARRAS ELEMENTALES”. 1981.
- Adif. “CARRILES. N.A.V. 3-0-1.0. BARRAS LARGAS”. 1981.
- Adif. “TRAVIESAS. N.A.V. 3-1-0.0. TRAVIESAS Y CACHAS DE MADERA” 1981.
- Adif. “TRAVIESAS. N.A.V. 3-1-2.1. TRAVIESAS MONOBLOQUE DE HORMIGÓN”. 1997.
- Adif. “TRAVIESAS. N.A.V. 3-1-3.1. TRAVIESAS BIBLOQUE DE HORMIGÓN”. 1997.
- Adif. “SUJECIÓN CARRIL Y AP. N.A.V. 3-2-0.0. SUJECIONES RÍGIDAS DE CARRILES. TIRAFONDOS Y PLACAS DE ASIENTO”. 1980.
- Adif. “SUJECIÓN CARRIL Y AP. N.A.V. 3-2-1.0. SUJECIÓN ELÁSTICA RN”. 1982.
- Adif. “SUJECIÓN CARRIL Y AP. N.A.V. 3-2-1.1. SUJECIÓN ELÁSTICA P-2”. 1985.
- Adif. “SUJECIÓN CARRIL Y AP. N.A.V. 3-2-1.2. SUJECIÓN ELÁSTICA NABLA”. 1992.
- Adif. “SUJECIÓN CARRIL Y AP. N.A.V. 3-2-1.3. SUJECIÓN ELÁSTICA J-2”. 1994.
- Adif. “SUJECIÓN CARRIL Y AP. N.A.V. 3-2-2.0. SUJECIÓN ELÁSTICA HM”. 1982.
- Adif. “SUJECIÓN CARRIL Y AP. N.A.V. 3-2-2.1. SUJECIÓN ELÁSTICA SKL-12”. 1992.
- Adif. “SUJECIÓN CARRIL Y AP. N.A.V. 3-2-4.0. ANTIDESLIZANTES (NRV 3-2-4.0)” 1982.
- Adif. “SUJECIÓN CARRIL Y AP. N.A.V. 3-2-5.0. SUJECIONES DESLIZANTES SOBRE TRAVIESA DE MADERA”. 1993.
- Adif. “JUNTAS Y AP. N.A.V 3-3-0.0. BRIDAS Y TORNILLOS DE BRIDA”. 1982.
- Adif. “JUNTAS Y AP. N.A.V 3-3-2.0. UNIONES POR SOLDADURAS”. 1982.
- Adif. “JUNTAS Y AP. N.A.V. 3-3-2.1.SOLDADURAS ALUMINOTÉRMICAS”. 1992.
- Adif. “SUBBASE. N.A.V. 3-4-0.0. BALASTO - CARACTERÍSTICAS DETERMINATIVAS DE LA CALIDAD”. 1987.
- Adif. “SUBBASE. N.A.V. 3-4-0.1. CANTERAS SUMINISTRADORAS PRESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS Y DE INSTALACIONES DE FABRICACIÓN (NRV 3-4-0.1)”. 2007.
- Adif. “SUBBASE. N.A.V. 3-4-1.0. DIMENSIONADO DE LA BANQUETA (NRV 3-4-1.0)”. 1985.
- Adif. “SUBBASE. P.A.V. 3-4-0.0. BALASTO. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA EL SUMINISTRO Y UTILIZACIÓN DEL BALASTO. ADAPTADO A LA NORMA UNE-EN 13450 Y A LA NORMA UNE 146147 (PRV 3-4-0.0)”. 2007.
- Adif. “DESVÍOS. N.A.V. 3-6-0.0. DESCRIPCIÓN GENERAL (NRV 3-6-0.0)”. 1991.
- Adif. “DESVÍOS. N.A.V. 3-6-0.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS Y MODELOS (NRV 3-6-0.1)”. 1992.
- Adif. “AP. COMBINADOS. N.A.V. 3-8-2.0. HACES DE VÍAS (NRV 3-8-2.0)”. 1992.
- Adif. “SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO. N.A.V. 5-0-1.0. SEÑALES QUE COMPETEN AL SERVICIO DE VÍA Y OBRAS (NRV 5-0-1.0)”. 1994.

- Ministerio de Fomento. "ORDEN FOM/1269/2006, DE 17 DE ABRIL, POR LA QUE SE APRUEBAN LOS CAPÍTULOS: 6.–BALASTO Y 7.–SUBBALASTO DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES FERROVIA-RIOS (PF)". 2006.
- Ministerio de Fomento. Secretaria de Estado de Infraestructuras y Transportes. "RECOMENDACIONES PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES FERROVIARIAS". 1999
- Ministerio de Fomento. Secretaria de Estado de Infraestructuras y Transportes. "RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO DE PLATAFORMAS FERROVIARIAS". 1999
- Gobierno de España. "LEY 39/2003, DE 17 DE NOVIEMBRE, DEL SECTOR FERROVIARIO". 2014.
- Renfe. "NEC NORMAS ESPECÍFICAS DE CIRCULACIÓN". 1997.

➢ ***Documentos técnicos de ADIF***

- ADIF. "SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD. PASE DE PRECIOS TIPO GENERAL PARA LOS PROYECTOS DE PLATAFORMA". (BPGP). 2008
- ADIF. "DECLARACIÓN SOBRE LA RED". 2014.
- ADIF. "ERTMS - POR UN TRÁFICO FERROVIARIO FLUIDO Y SEGURO: UN GRAN PROYECTO INDUSTRIAL EUROPEO ERTMS: FACTORES CLAVE PARA EL ÉXITO DE SU IMPLEMENTACIÓN: DECLARACIÓN DE LOS FERROCARRILES". 2006
- Grundnig G.; Pucher C. "CIRCUITOS DE VÍA CONTRA DETECCIÓN DE RUEDA Y CONTADOR DE EJES EN EL TRÁFICO DE CORTA DISTANCIA". 2013.
- Montes, F. "LOS SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN EN EL FERROCARRIL: SU EVOLUCIÓN". 2007
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transportes. "ERTMS – DELIVERING FLEXIBLE AND RELIABLE RAIL TRAFFIC". 2006
- Adif. "PLAN DIRECTOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA". 2009-2014.
- Adif. "PROCEDIMIENTO GENERAL DE GESTIÓN Y COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES AMBIENTALES". 2007
- Union internatilonale des Chemins de fer. "REMPLACEMENT DES FICHES UIC 592-2 ET 592-4 PAR LA FICHE UIC 592". 2013
- Adif. "LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD EN SERVICIO Y EN CONSTRUCCIÓN". 2013
- Adif. "NUEVO MODELO DE DESARROLLO DE LOS CORREDORES DE ALTA VELOCIDAD". 2013.
- García Álvarez, Alberto. "CAMBIO AUTOMÁTICO DE ANCHO DE VÍA DE LOS TRENES EN ESPAÑA. DOCUMENTOS DE EXPLOTACIÓN ECONÓMICA Y TÉCNICA DEL FERROCARRIL". 2010.
- PTFE Plataforma tecnológica ferroviaria española. "AGENDA ESTRATÉGICA DE INVESTIGACIÓN DEL SECTOR FERROVIARIO". 2008.
- López, G. "ESTUDIO TERMINALES FERROVIARIAS PARA MERCANCÍAS". 2010
- Pañero Huerga, J.A. "ACTUACIONES PARA EL AUMENTO DE CAPACIDAD EN LÍNEAS FERROVIARIAS". 2008.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. "INFORME DE LA COMISIÓN TÉCNICO-CIENTÍFICA PARA EL ESTUDIO DE MEJORAS EN EL SECTOR FERROVIARIO". 2014.

- ***Costes, economía y rentabilidad del transporte por ferrocarril***
  - Centro Tecnológico Industrial de Extremadura Cetiex. "PROYECTO HERMES "DE LA TIERRA A LA MESA". 2013.
  - Centro Tecnológico Industrial de Extremadura Cetiex. "PROYECTO OPTIFER. OPTIMIZACIÓN DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS DE MERCANCÍAS EN EXTREMADURA MEDIANTE EL FOMENTO DEL TRANSPORTE POR FERROCARRIL". 2014.
  - Rallo Guinot, V. "COSTES DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR FERROCARRIL UNA PRIMERA APROXIMACIÓN PARA SU ESTUDIO SISTEMÁTICO". Documentos de Explotación técnica y económica del transporte. Observatorio del Ferrocarril en España. OFE 2008.
  - Campos Méndez, J.; Rus Mendoza, Ginés de; Borrón de Angoiti, I.; "EL TRANSPORTE FERROVIARIO DE ALTA VELOCIDAD. UNA VISIÓN ECONÓMICA". 2009.
  - Albalate D.; Bel G. "CUANDO LA ECONOMÍA NO IMPORTA: AUGE Y ESPLENDOR DE LA ALTA VELOCIDAD EN ESPAÑA". 2010.
  - Hernández A. "LOS EFECTOS TERRITORIALES DE LAS INFRAESTRUCTURAS: LA INVERSIÓN EN REDES DE ALTA VELOCIDAD FERROVIARIA". 2011
  - Fernández Arévalo, F.J.; Vázquez Atienza, J.; "COSTES DE LAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD INTERNALIZADOS EN LA CONTABILIDAD DEL ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS". Revista de alta velocidad, número 2. 2012.
  - Martín Cañizares, M.P.; "ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA DE LOS TRENES DE MERCANCÍAS". 2011.
  - Fundación de los Ferrocarriles Españoles. "MEMORIA DE ARTÍCULOS, PUBLICACIONES Y CONFERENCIAS. COLECCIONES TÉCNICAS". 2011
- ***Transporte de mercancías por ferrocarril***
  - Serrano Martínez, J.M. "TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR FERROCARRIL EN ESPAÑA; AGOTAMIENTO DE UN MODELO Y SU NECESARIA RENOVACIÓN. EL DIFÍCIL FUTURO". 2012.
  - Turró M. "SIMETRÍAS, CORREDORES Y LA REVOLUCIÓN PENDIENTE. SOBRE EL FERROCARRIL EN EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA". Catalunya Empresarial. 2012.
  - Ferromex Intermodal. "TRANSPORTE INTERMODAL FERROVIARIO". 2º Foro PyME de logística internacional. 2007.
  - Sevilla, J. "TOMANDO LA VÍA HACIA UN TRANSPORTE DE MERCANCÍAS INTELIGENTE". PricewaterhouseCoopers.2011.
- ***Plataforma tecnológica ferroviaria española***
  - Montes A. "HACIA UN TRANSPORTE INTELIGENTE, SOSTENIBLE E INTEGRADO. LOS GRANDES RETOS DEL SECTOR". Asamblea de la Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española. 2013.
  - Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española (PTFE) "AGENDA ESTRATÉGICA DE INVESTIGACIÓN DEL SECTOR FERROVIARIO". 2011.
  - Cabo Astudillo, A. Dirección General de Transportes, Ministerio de Fomento. "ESTUDIO DE DIAGNOSIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE IMPLANTACIÓN Y DE DEMANDA DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL TRANSPORTE POR CARRETERA Y FERROCARRIL". 2012.
  - Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española (PTFE). "CATÁLOGO DE CAPACIDADES DE I+D+I DEL SECTOR FERROVIARIO ESPAÑOL". 2012.

- De la Concha, S. "DEL VII PROGRAMA MARCO AL HORIZONTE 2020. PERSPECTIVAS ESPAÑOLAS NUEVAS ESTRATEGIAS DE PARTICIPACIÓN". Asamblea de la Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española. 2012.
- López Lara, Sergio. "SISTEMAS DE CAMBIO DE ANCHO AUTOMÁTICO PARA MERCANCÍAS". BCN Rail Innova. Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española. 2013.
- Real Herraiz, T. "HD BALLAST". BCN Rail Innova. "Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española". 2013.

➢ ***Vía Libre***

- Cabrera Jerónimo, F.; Navarro Ugena, J. J.; Estaire Gepp, J.; Santana Ruiz de Arbulo, M. "NUEVAS PRESCRIPCIONES DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL PARA RELLENOS DE TERRAPLÉN EN LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD DE ADIF". Revista Vía Libre-Técnica. 2012.
- Romero Zaragüeta, F. "ANÁLISIS DE UNA VÍA CON TRAVIESAS CUADRO". Revista Vía Libre-Técnica. 2013.
- Viana Rodrigues, F.; Ferreira, A. "INFLUENCIA DEL TRAZADO EN LA CALIDAD GEOMÉTRICA DE VÍAS FÉRREAS". Revista Vía Libre-Técnica. 2013.

➢ ***UIC***

- UIC, Technical document "GUIDE FOR THE APPROVAL OF HIGH-SPEED LINES". 2005.
- International union of railways high speed department. "DESIGN OF NEW LINES FOR SPEEDS OF 300 – 350 KM/H. STATE OF THE ART". 2001
- López Pita, A. "OPERATING HIGH-SPEED LINES CARRYING MIXED TRAFFIC: EXPERIENCE GAINED AND CURRENT TRENDS". UIC – High Sped Department –2001.
- The International Union of Railways (UIC). "INFLUENCE OF THE EUROPEAN TRAIN CONTROL SYSTEM ETCS ON THE CAPACITY OF NODES". 2010.
- The International Union of Railways (UIC). "FREIGHT AT UIC". 2011.
- Yanase, N. The International Union of Railways (UIC). "NECESSITIES FOR FUTURE HIGH SPEED ROLLING STOCK". 2010.
- The International Union of Railways (UIC). "HIGH SPEED RAIL AS A TOOL FOR REGIONAL DEVELOPMENT". 2013.
- Goossens, H. The International Union of Railways (UIC). "MAINTENANCE OF HIGH SPEED LINES". 2010.
- The International Union of Railways (UIC). "HIGH SPEED & THE CITY". 2010.
- The International Union of Railways (UIC). "HIGH SPEED RAIL. FAST TRACK TO SUSTAINABLE MOBILITY". 2010.
- The International Union of Railways (UIC). "HIGH SPEED RAILWAY SYSTEM IMPLEMENTATION HANDBOOK". 2012.
- The International Union of Railways (UIC). "RESEARCH ON OPTIMUM SPEED FOR HIGH SPEED LINES". Volumen I y II. 2012.
- The International Union of Railways (UIC). "HIGH SPEED RAILWAY SYSTEM IMPLEMENTATION HANDBOOK". 2012.
- The International Union of Railways (UIC). "NECESSITIES FOR FUTURE HIGH SPEED ROLLING STOCK". 2010.
- The International Union of Railways (UIC). "CARBON FOOTPRINT OF HIGH SPEED RAIL". 2011.
- The International Union of Railways (UIC). "HIGH SPEED RAIL AND SUSTAINABILITY". 2011.

- The International Union of Railways (UIC). “INFRACHARGES. UIC STUDY ON RAILWAY INFRASTRUCTURE CHARGES IN EUROPE”. 2012.
- García, A. The International Union of Railways (UIC). “RELATIONSHIP BETWEEN RAIL SERVICE OPERATING DIRECT COSTS AND SPEED”. 2010.
- García, A. The International Union of Railways (UIC). “HIGH SPEED, ENERGY CONSUMPTION AND EMISSIONS”. 2010.
- The International Union of Railways (UIC). “HIGH SPEED RAIL. FAST TRACK TO SUSTAINABLE MOBILITY”. 2012.

➢ ***Puentes de FFCC***

- Cruz Sagredo, M.; López García, M. “INVENTARIO DE PUENTES DE EXTREMADURA”. 2005.
- Manterola Armisé, J.; Fernández Casado, C. “PUENTES DE FERROCARRIL – PROPUESTAS TIPOLOGÍAS DIVERSAS”. Revista de Obras Públicas. 2004.

➢ ***Investigación de FFCC***

- Fundación de los ferrocarriles españoles. Grupo de estudios e investigación de economía y explotación del transporte. Grupo de estudios e investigación de energía y emisiones en el transporte. “MEMORIA DE ARTÍCULOS, PUBLICACIONES Y CONFERENCIAS 2009-2010”.

➢ ***Observatorio del Ferrocarril***

- Ministerio de Fomento. Gobierno de España. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. "OBSERVATORIO DEL FERROCARRIL EN ESPAÑA”. Informe 2011.

➢ ***Ferrocarril Madrid-Ciudad Real-Badajoz***

- Juan Pedro Esteve García. “HISTORIA DEL PRIMER ACCESO FERROVIARIO A PORTUGAL”. 2008.

12.5.- EJE 16 Y CILSIBA

➢ ***Congreso Eje 16***

- Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo. Gobierno de Extremadura. “ANÁLISIS DEL EJE 16 EN LA RED TRANSEUROPEA DE TRANSPORTE FERROVIARIO (TEN-T)”. 2012.
- Del Moral Agúndez, Víctor. Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo. Gobierno de Extremadura. “PERSPECTIVAS GENERAL DEL EJE 16. ANTECEDENTES, ORIGEN, TRAZADO, JUSTIFICACIÓN Y FUTURO”. Congreso Transnacional Eje 16. 2012.
- Rufo Cordero, M. A. Consejería de Fomento, Vivienda, Ordenación del Territorio y Turismo. Gobierno de Extremadura. “SEMINARIO – CONCLUSIONES CONGRESO TRANSNACIONAL EJE 16”. Foro Ficon 2012.
- Romero, J. “PLATAFORMA LOGÍSTICA DEL SUROESTE EUROPEO”. Congreso Transnacional Eje 16. 2012.
- Blázquez Larraz, N.. Fundación Transpirenaica. “EJE SINES/ALGECIRAS – MADRID –PARIS Y TRAVESÍA CENTRAL DE LOS PIRINEOS: EJE PRIORITARIO PARA EUROPA”. Congreso Transnacional Eje 16. 2012.
- Requejo Liberal, J. “BAHÍA DE ALGECIRAS”. CONGRESO TRANSNACIONAL EJE 16”. 2012.
- Mijangos Linaza, J. “INFLUENCIA DE UN TRANSPORTE. COMPETITIVO DE MERCANCÍAS EN EL FUTURO DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LOS TERRITORIOS”. Congreso Transnacional Eje 16. 2012.
- Espino, A. “AVANCES DEL PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DEL CANAL DE PANAMÁ”. Congreso Transnacional Eje 16. 2012.

- Sánchez Fraile, D. Gobierno de Aragón. “INFRAESTRUCTURAS LOGÍSTICAS INTERMODALES EJE 16. PLATAFORMA LOGÍSTICA DE ZARAGOZA”. Congreso Transnacional Eje 16. 2012.
- Sequeira, L. Presidenta del Puerto de Sines. “PORTO DE SINES. ATLANTIC GATEWAY TO EUROPE”. Congreso Transnacional Eje 16. 2012.
- Contreras, F. Cámara de Comercio e Industria Luso Española. “RELACIONES COMERCIALES ESPAÑA-PORTUGAL”. Congreso Transnacional Eje 16. 2012.
- Carrillo Suárez, M. A. Decano Demarcación Madrid del Colegio Ingeniero de Caminos. “EL TRANSPORTE FERROVIARIO DE MERCANCÍAS Y EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LOS TERRITORIOS. El EJE 16 SEGÚN R931/2010 EUROPEO”. Congreso Transnacional Eje 16. 2012.
- Carrera F. “INFLUENCIA DEL TRANSPORTE COMPETITIVO”. Congreso Transnacional Eje 16. 2012.
- Ballesteros, J. Ministerio de Fomento. “SITUACIÓN ACTUAL DE LAS OBRAS DEL EJE 16. INVERSIONES A REALIZAR”. Congreso Transnacional Eje 16. 2012.

➢ ***Cilsiba***

- Centro Tecnológico Industrial de Extremadura CETIEX. “PROYECTO TÉCNICO DE SERVICIOS DE CONSULTORÍA PARA LA DEFINICIÓN Y DISEÑO DE ESPACIOS VERDES DEL CORREDOR DE INNOVACIÓN LOGÍSTICA SINES-BADAJOZ (CILSIBA)”. 2013.
- Gobierno de Extremadura. “ENCUENTRO EMPRESARIAL, MEETING POINT FEHISPOR 2013: LOGÍSTICA, INVERSIÓN E INTERNACIONALIZACIÓN”. Ifeba 2013.
- Muñoz Martínez, C. “LA RED TRANSEUROPEA DE TRANSPORTES Y EL CORREDOR MEDITERRÁNEO”. UNED. Departamento de Economía Aplicada. 2012.

12.6.- FERRMED Y EJE ATLÁNTICO

- Gobierno Vasco. Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transportes. “MANIFESTO OF THE ALTLANTIC RAIL CORRIDOR FOR FREIGHT”. 2011.
- AVE Asociación Valenciana de Empresarios. “EFECTOS DEL CORREDOR MEDITERRÁNEO SOBRE LA COMPETITIVIDAD DE LA ECONOMÍA DE LA COMUNIDAD VALENCIANA”. 2012.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. Adif. “ESTUDIO DEL CORREDOR FERROVIARIO MEDITERRÁNEO”. 2011.

12.7.- TRANSPORTE Y LOGÍSTICA

- Confederación Española de Organizaciones Empresariales. (CEOE). “INFORME SOBRE EL SECTOR DEL TRANSPORTE Y LA LOGÍSTICA EN ESPAÑA”. 2014
- Fundación Cetmo. “EL TRANSPORTE EN ESPAÑA, UN SECTOR ESTRATÉGICO INFORME SOBRE LA APORTACIÓN DEL TRANSPORTE Y SUS RETOS FUTUROS”. 2011.
- Ministerio de Fomento. “ANÁLISIS, INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN SOBRE LA APORTACIÓN DEL TRANSPORTE POR CARRETERA A LA INTERMODALIDAD”. 2011.
- Fundación CETMO. “EL TRANSPORTE EN ESPAÑA, UN SECTOR ESTRATÉGICO. INFORME SOBRE LA APORTACIÓN DEL TRANSPORTE Y SUS RETOS FUTUROS”. 2005.

- Fundación CETMO. “CONTRIBUCIÓN AL DEBATE DE LA INTERMODALIDAD EN ESPAÑA”. 2009.
- Pawel Stelmaszczyk, D. “EUROPEANMOBILITYNETWORK EU TEN-T POLICY& CEF”. I Foro Ibérico de la Logística. 2014.
- Simoes, J.L. “CORREDOR ATLÁNTICO DE MERCANCÍAS”. I Foro Ibérico de la Logística. 2014.
- Fernández Rouco, M. “CORREDOR ATLÁNTICO DE MERCANCÍAS”. I Foro Ibérico de la Logística. 2014.
- Bandeira E. “LOS PUERTOS DE SINES, SETÚBAL E LISBOA EN EL CORREDOR ATLÁNTICO”. I Foro Ibérico de la Logística. 2014.
- Romero, J. “PLATAFORMA LOGÍSTICA DEL SUROESTE EUROPEO”. I Foro Ibérico de la Logística. 2014.
- Intereg. “COLECCIÓN DE INFORMES AUTONÓMICOS”. El comercio intra e interregional de Extremadura: 1995-2009”. 2010.
- Intereg. “EL COMERCIO INTRARREGIONAL E INTERREGIONAL DE SERVICIOS DE TRANSPORTE EN ESPAÑA: METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN Y PRIMEROS RESULTADOS”. 2012.
- Intereg. “INFORME TRIMESTRAL SOBRE EL COMERCIO INTERREGIONAL EN ESPAÑA”. 2013.
- Comisión Europea. “EU TRANSPORT IN FIGURES”. 2013.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. Secretaría de Estado de Infraestructuras, transporte y energía. Dirección General de Transporte Terrestre. “OBSERVATORIO DE MERCADO DEL TRANSPORTE DE MERCANCIAS POR CARRETERA”. 2013.
- Olivella Puig, J.; Martínez de Osés, J.; Castells Sanabra, M; Universidad Politécnica de Cataluña. “INTERMODALIDAD ENTRE ESPAÑA Y EUROPA, EL PROYECTO INECEU”. 2004.
- García Martínez, A.A.; Justel Alonso, A.; Monfort Bellido, E.; Quiles Puente, R.L.; San Martín Álvarez, J. E.; Martín Rodríguez, L.F.; “LA PLANIFICACIÓN INTEGRAL: EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA”. 2010.
- Hernández Andreu, J. “LA ANDADURA ESPAÑOLA HACIA LOS CORREDORES DEL TRANSPORTE EUROPEO”. Universidad Complutense de Madrid. 2009.
- Gobierno de España. Ministerio de Fomento. Adif. “NUEVOS ESQUEMAS DE GESTIÓN DE PLATAFORMAS LOGÍSTICAS INTERMODALES. PROYECTOS DE PLATAFORMAS LOGÍSTICAS INTERMODALES Y PROYECTOS DE PARTICIPACIÓN PÚBLICO PRIVADA”. Jornada de Impulso del Transporte de Mercancías por Ferrocarril. 2009.

12.8.- ECONOMÍA

- Tarancón Morán, M.A. “TÉCNICAS DE ANÁLISIS ECONÓMICO INPUT-OUTPUT”. Universidad de Castilla la Mancha. 2003.
- Comunidad de Madrid. “ESTUDIO DE NECESIDADES DE CUALIFICACIÓN EN EL SECTOR DEL TRANSPORTE POR FERROCARRIL EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID”. 2011.
- Consultrans. “ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO DEL TRANSPORTE POR CARRETERA EN ESPAÑA”. 2005.
- De Miguel Vélez, F.J.; Manresa Sánchez, A.; “UN MODELO INPUT-OUTPUT DE PRECIOS APLICADO A LA ECONOMÍA EXTREMEÑA”. 2002.

- Francisco Mochón y Víctor Beker. •"ECONOMÍA: PRINCIPIOS Y APLICACIONES". 2005.
- Gobierno De Bolivia. Viceministerio de Transportes y Obras Públicas**.** "EVALUACIÓN DE IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL CORREDOR FERROVIARIO BIOCEÁNICO CENTRAL EN BOLIVIA". 2014.
- Universidad de Extremadura (UEX). "LA CONTRIBUCIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA". 2011.
- OFE (Observatorio del Ferrocarril en España). Vicente Rallo Guinot. "COSTES DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR FERROCARRIL. UNA PRIMERA APROXIMACIÓN PARA SU ESTUDIO SISTEMÁTICO". 2008.
- Comisión Nacional de la Competencia**.** "INFORME SOBRE LA COMPETENCIA EN EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR FERROCARRIL EN ESPAÑA".2012.
- Pulido, A. y Fontela, E**.** "ANÁLISIS INPUT-OUTPUT. MODELOS, DATOS Y APLICACIONES. Ed. Pirámide.1993.
- Leontief, Wassily W. INPUT-OUTPUT ECONOMICS. 1986.
- Centro de Predicción Económica. (CEPREDE). "INFORME TRIMESTRAL SOBRE EL COMERCIO INTERREGIONAL EN ESPAÑA". 2014.
- Instituto de Estadística de Extremadura (IEEX). "ESTADÍSTICA DE COMERCIO EXTERIOR DE EXTREMADURA". 2013.
- Instituto de Estadística de Extremadura (IEEX). "ANUARIO ESTADÍSTICO DE EXTREMADURA". 2013.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). "CONTABILIDAD REGIONAL 2008-2013". 2014.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). "ENCUESTA DE COSTES LABORALES". 2013.
- Instituto de Estadística de Extremadura (IEEX). "PROYECCIONES DE POBLACIÓN DE EXTREMADURA". 2013.

12.9.- ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

- Agencia Extremeña de la Energía. "DATOS ENERGÉTICOS DE EXTREMADURA". 2011.
- Gobierno de Extremadura. "SEGUNDO INFORME DE SEGUIMIENTO DE LA ESTRATEGIA DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EXTREMADURA 2009-2012". 2011.
- Gobierno de Extremadura. "TERCER INFORME DE SEGUIMIENTO DE LA ESTRATEGIA DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EXTREMADURA 2009-2012". 2012.
- Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte. "EUROPEAN ENERGY AND TRASNPORT TRENDS TO 2030". 2003.
- Van Essen, H.; Schroten A.; Otten M.; "EXTERNAL COSTS OF TRANSPORT IN EUROPE". 2011.
- Comisión Europea. "EU ENERGY IN FIGURES". 2013.
- UIC, International Union of Railways. "CARBON FOOTPRINT OF HIGH SPEED RAIL". 2011.
- Alonso, J. C., Alonso, J. A. y Muñoz-Pulido, R. "SEÑALIZACIÓN DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN PARA LA PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA. LÍNEA VALDECABALLEROS-GUILLENA. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA". 1993.

- Aplic. Avian Power Line Interaction Commitee. MITIGATION BIRD COLLISIONS WITH POWER LINES: THE STATE OF THE ART IN 1994. EDISON ELECTRIC INSTITUTE. 1994.
- Agencia Europea de Medio Ambiente. "CORINE LAND COVER". 2000.
- Beaularier, D. L. "MITIGATION OF BIRDS COLLISIONS WITH TRANSMISSION LINES. BONNEVILLE POWER ADMINISTRATION." 1981.
- Brown, W. M. & Drewien R. C. "EVALUATION OF TWO POWER LINES MARKERS TO REDUCE CRANE AND WATERFOWL COLLISIONS". Wildlife. Society. Bulletin. 1995.
- Brown, W. M. "AVIAN COLLISIONS WITH UTILITY STRUCTURES: BIOLOGICAL PERSPECTIVES. PROC. INTL. WORKSHOP ON AVIAN INTERACTIONS WITH UTILITY STRUCTURES" 1992.
- González Franco, I. y García Álvarez, A. "ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA Y EMISIONES DE CO_2 EN TRENES DE MERCANCÍAS Y ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD". Fundación de los Ferrocarriles Españoles, (2010).
- Grupo de Investigación en Conservación de la Universidad de Extremadura. *ATLAS CLIMÁTICO DE EXTREMADURA*. Universidad de Extremadura. 2000.
- Martín Cañizares, M.P. y González Franco, I. "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CONSUMO DE ENERGÍA Y EMISIONES DE TRENES ELÉCTRICOS, DIESEL Y DUALES". Fundación de los Ferrocarriles Españoles,.2010.
- Morkill, A. E. & Anderson, S. H. "EFFECTIVENESS OF MARKING POWERLINES TO REDUCE SANDHILL CRANE COLLISIONS". Wildlife Society Bulletin.1991.
- Murillo Fernandez, M. "EXTREMADURA FIN DE SIGLO. CAPÍTULO I MEDIO FÍSICO Y NATURAL, DIARIO DE EXTREMADURA CMESA" 2001.
- Negro, J. J. "ADAPTACIÓN DE LOS TENDIDOS ELÉCTRICOS AL ENTORNO. MONOGRAFÍAS DE ALYTES". 1987.
- REE, Sevillana de Electricidad, Iberdrola. ANÁLISIS DE IMPACTOS DE LÍNEAS ELÉCTRICAS SOBRE LA AVIFAUNA DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS. MANUAL PARA LA VALORACIÓN DE RIESGOS Y SOLUCIONES. REE, SEVILLANA DE ELECTRICIDAD, IBERDROLA. 1996.

12.10.-TESIS, PROYECTOS FIN DE CARRERA

- Moreira Cravo, R. "CONTRIBUCIÓN DE LOS FERROCARRILES DE ELEVADAS PRESTACIONES EN LAS RUTAS IBÉRICAS DE LAS REDES TRANSEUROPEAS DE TRANSPORTE". Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid. 2008.
- López Suárez, E. "ASSESSMENT OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE PLANS: A STRATEGIC APPROACH INTEGRATING EFFICIENCY, COHESION AND ENVIRONMENTAL ASPECTS". Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid. 2007.
- López Pita, A.; Bachiller, A.; Casas, C.; "ALTA VELOCIDAD Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO". Centro de Innovación del Transporte (CENIT). Universidad Politécnica de Cataluña. 2008.
- López Pita, A. "COMPATIBILIDAD ENTRE TRENES DE VIAJEROS EN ALTA VELOCIDAD Y TRENES TRADICIONALES DE MERCANCÍAS". Revista de Obras Públicas. 2000.
- Fernández Arévalo, F. J.; Vázquez Atienza, J.; "COSTES DE LAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD INTERNALIZADOS EN LA CONTABILIDAD DEL

ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS". Revista de Alta Velocidad. 2012.

- Ruiz de Ojeda y García-Escudero, J.M. "OPTIMIZACION DE LA INTEROPERABILIDAD DEL FERROCARRIL ESPAÑOL EN EL MARCO EUROPEO". Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid. 2000.
- López Pita, A. "NUEVOS HORIZONTES EN EL FERROCARRIL DEL SIGLO XXI. LA TECNOLOGÍA AL SERVICIO DE LOS OBJETIVOS COMERCIALES". I Jornadas Internacionales Nuevas Tecnologías y Técnicas Construtiva en el sector ferroviario. 2006.
- López Pita, A. "THE EFFECTS OF HIGH-SPEED RAIL ON THE REDUCTION OF AIR TRAFFIC CONGESTION". Journal of Public Transportation, 2003.
- Casas Esplugas, C.; López Pita, A.; Doménech Orós, M.; Criado Doménech, O.; "LA LIBERALIZACIÓN DEL SECTOR FERROVIARIO: ENSEÑANZAS QUE APORTA EL CASO DEL SECTOR AÉREO". Cenit, Centro de Innovación del Transporte, Universidad Politécnica de Cataluña. 2008.
- López Pita, A. "NUEVAS INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS DE ALTA VELOCIDAD POR FERROCARRIL: ¿FINAL DE VIAJE O NUEVOS HORIZONTES?". Centro de Innovación del Transporte (CENIT). Universidad Politécnica de Cataluña. Comisión de Transportes del Colegio de Ingenieros de Caminos. 2007.
- López Pita, A. "NUEVOS CRITERIOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE VÍAS FÉRREAS". 2005.
- García Álvarez, A. "CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DEL EFECTO DE LA ALTA VELOCIDAD EN EL CONSUMO DE ENERGÍA Y EN LOS COSTES DE EXPLOTACIÓN DEL FERROCARRIL". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. 2011.
- Ruano Gómez, A. ""LAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD FRENTE A LAS LÍNEAS CONVENCIONALES. ADAPTACIÓN DE LAS LÍNEAS CONVENCIONALES A VELOCIDAD ALTA". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. 2011.
- García Utrera, J.L. "EL AVE MADRID-LISBOA POR EXTREMADURA: EFECTOS TERRITORIALES Y DIFERENTES ALTERNATIVAS". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. 2003.
- Merayo Pérez, J.M. "BARRERAS TARIFARIAS EN EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR FERROCARRIL". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. 2007.
- Salado Benitez, F.J. "ESTUDIO DE LOS COSTES TOTALES, INCLUYENDO EXTERNALIDADES, DEL AVE. APLICACIÓN AL CASO BARCELONA-MADRID Y COMPARACIÓN CON OTROS MODOS DE TRANSPORTE". Proyecto Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Tarrasa. 2010.
- Pons Agusti, E. "INFLUENCIA FUTURA DEL FERROCARRIL EN EL COMERCIO EXTERIOR". Tesis Doctoral. Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Cataluña. 2011.
- García Arevalillo, J. "HISTÒRIA ECONÒMICA DE RENFE". Tesis Doctoral. Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Cataluña. 2009.
- Álvarez Rodríguez, J. "PARAMETRIZACIÓN DEL GÁLIBO DE MATERIAL FERROVIARIO". Tesis Doctoral. Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Ingeniería Mecánica. 2006.
- Lindahl M. "TRACK GEOMETRY FOR HIGH-SPEED RAILWAYS". Railway Technology Department of Vehicle Engineering Royal Institute of Technology. 2001.

- Macho Conesa, I. "¿Es Extrapolable el Modelo Europeo de Ferrocarril al resto del mundo?". Tesis Doctoral. Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Cataluña. 2010.
- Recorder Vallina, M. "ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DEL MERCADO DE MERCANCÍAS DE ANCHO VARIABLE". Proyecto Fin de Carrera. Universidad Pontificia Comillas. Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). 2010.

12.11.-OTROS CURSOS Y JORNADAS

- Coloma Miro, J.F., Romo Berlana,J., "II JORNADA DE INGENIERÍA CIVIL: LA PROFESIÓN DEL INGENIERO CIVIL". Escuela Politécnica. Universidad de Extremadura. 2013.
- Coloma Miro, J.F., Romo Berlana,J,. "I JORNADAS DE INGENIERÍA CIVIL: PRESENTE Y PERSPECTIVAS". Escuela Politécnica. Universidad de Extremadura. 2012.
- Coloma Miro, J.F., Jiménez Espada,M., "CURSO DE VERANO UEX. INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE INTERMODAL EN EXTREMADURA Y LA RELACIÓN COMERCIAL CON PORTUGAL A TRAVÉS DEL PUERTO DE SINES." 2014
- Coloma Miro, J.F., Jiménez Espada,M., "CURSO DE VERANO UEX. INNOVACION EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS". 2013.

12.12.-WEBS CONSULTADAS

- Ministerio de Fomentohttp://www.fomento.es
- European Commission Mobility and Transport http://ec.europa.eu/transport
- European Rail Freight Corridors http://www.rne.eu/
- Adif http://www.adif.es
- Renfe Operadora http://www.renfe.com
- Refer http://www.refer.pt
- Comboios de Portugal https://www.cp.pt/passageiros/pt
- Talgo http://www.talgo.com
- Plataforma Logística del Suroeste Eurpeo http://www.plataformasuroeste.eu/
- Expacio http://www.expacio.es
- Cilsiba http://www.cilsiba.eu/
- Clúster de Envases, Transporte y Logística de Mercancías Extremadura (ACENVEX)http://www.acenvex.com/
- Confederación Regional Empresarial Extremeña (CREEX) http://www.creex.es
- Fundación transpirenáica http://www.transpirenaica.org/
- Proyectos Pirene http://www.pirene.net
- Ferrmed http://www.ferrmed.com
- Foro Ibérico de la Logística http://forologisticachp.es/
- Primer Congreso de Logística y Gestión de la Cadena de Suministro http://www.cnc-logistica.org/congreso-cnc/index.html
- Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española http://www.ptferroviaria.es/
- Federación Castellano Manchega de Amigos del Ferrocarril http://www.fcmaf.es
- European railway Agency http://www.era.europa.eu
- Comité de Regulación Ferroviaria y Aeroportuaria http://www.crfa.es

- Rail Freight News. http://www.faprove.es
- RCD Archivo ferroviario http://www.rcdcentrodocumental.com
- Mundo Ferroviario http://www.mundo-ferroviario.es
- Rail Press News http://railpressnews.blogspot.com.es
- Tecnirail http://www.tecnirail.com
- Tren Simulador http://www.trensim.com
- Sindicato de Circulación Ferroviario http://www.scf.es/
- Museo del Ferrocarril http://www.docutren.com/
- Vía Libre. Revista del ferrocarril http://www.vialibre-ffe.com/
- Noticias de Extremadura http://www.extremadura.com/
- Ferroguia http://www.ferroguia.es/
- Ferropedia http://www.ferropedia.es
- Forotrenes http://www.forotrenes.com/
- Tranvía Org http://www.tranvia.org
- SKYSCRAPERCITY http://www.skyscrapercity.com
- Urban City http://urbanity.cc
- Ferrocarriles de España. Juan Peris Torner http://www.spanishrailway.com
- Flickr https://www.flickr.com
- Geotren. Francisco Diaz Pardo http://www.geotren.es
- Santiago López http://comofuncionanlostrenes.blogspot.com.es/
- José Abadía Almonda https://hablandodevias.wordpress.com/
- Javier Martínez http://reunificaciondecastilla.blogspot.com.es/2011/07/el-corredor-central-ferroviario-razones.html
- Cesar Muñoz Martínezhttp://xivrem.ujaen.es/wp-content/uploads/2012/05/37-R-104M308.pdf

13.- ABREVIATURAS

ACENVEX	Clúster de Envases, Transporte y Logística de Mercancías Extremadura
ADIF	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias
AEAT	Agencia Estatal de Administración Tributaria
AEMA	Agencia Europea de Medio Ambiente
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
AFI	Analistas Financieros Internacionales
AGE	Administración General del Estado
APP	Asociación Público-Privada
ASFA	Anuncio de Señales y Frenado Automático
AV	Alta Velocidad
AVE	Alta Velocidad Española /Asociación Valenciana de Empresarios
ATP	Automatic Train Protection
BA	Bloqueo Automático
BAB	Bloqueo Automático Banalizado
BAD	Bloqueo Automático de Vía Doble
BAU	Bloqueo Automático de Vía Única
BBDD	Bases de Datos
BCA	Bloqueo de Control Automático
BEM	Bloqueo Eléctrico Manual
BIC	Bien de Interés Cultural
BLA	Bloqueo de Liberación Automática
BLAU	Bloqueo de Liberación Automática en vía única
BLAD	Bloqueo de Liberación Automática en vía doble
BLS	Barra Larga Soldada
BSL	Bloqueo de Señalización Lateral
BT	Bloqueo Telefónico
CA	Corriente Alterna
CC	Corriente Continua
CCAA	Comunidades Autónomas
CCR	Control de Circulación por Radio
CDV	Circuito de Vía
CE	Comisión Europea /Contador de Ejes/Coeficiente de Empleo
CEE	Comunidad Económica Europea
CEOE	Confederación Española de Organizaciones Empresariales
CEPREDE	Centro de Predicción Económica
CES	Consejo Económico y Social
CETIEX	Centro Tecnológico Industrial de Extremadura
CILSIBA	Corredor de Interés Logístico Sines-Badajoz
COFEMANEX	Corredor Ferroviario de Mercancías Manchego-Extremeño
CP	Comboios de Portugal
CRB	Compañía de Ferrocarriles Ciudad Real- Badajoz
CRE	Contabilidad Regional de España
CRF	Comité de Regulación Ferroviaria
CTC	Control de Tráfico Centralizado
CTF	Centro de Tecnologías Ferroviarias
CTT	Centro de Tratamiento de Trenes
CVA	Coeficiente de Valor Añadido

CVM	Cuadro de Velocidades Máximas
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
DC	Delegación de Circulación
DE	Dirección Ejecutiva
DGIF	Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias. Ministerio de Fomento
DGTT	Dirección General de Transporte Terrestre. Ministerio de Fomento
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
DOCE	Diario Oficial de la Comunidad Europea
DR	Declaración sobre la Red. Adif
EEA	European Environment Agency
EF / EEFF	Empresa Ferroviaria / Empresas Ferroviarias
EICIS	Sistema Tarifario europeo gestionado por Rail Net Europe
ENAC	Entidad Nacional de Acreditación
ENCE	Enclavamiento Electrónico
EPA	Encuesta de Población Activa
EPTMC	Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera
ET	Especificaciones Técnicas
ETH	Especificaciones Técnicas de Homologación
ETI	Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ETCS	European Train Control System
FGC	Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya
FEDER	Fondo Europeo de Desarrollo Regional
FEVE	Ferrocarriles de Vía Estrecha
FERRMED	Corredor Ferroviario Mediterráneo
FFCC	Ferrocarriles
GC	Gestor de Capacidades
GCH	Gaceta de los Caminos de Hierro
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIF	Gestor de Infraestructuras Ferroviarias
GM	General Motors
GOBEX	Gobierno de Extremadura
GPS	Global Positioning System
GSMR	Group Special Mobile for Railways
H24	Centro de Gestión de Red H24
IBA	Important Bird Area
ICEX	Instituto Español de Comercio Exterior
IEEX	Instituto de Estadística de Extremadura
IMD	Intensidad Media Diaria
IMDP	Intensidad Media Diaria de Pesados
INE	Instituto Nacional de Estadística
INFOEX	Incendios Forestales de la Comunidad Autónoma de Extremadura
IPC	Índice de Precios al Consumo
IVA	Impuesto de Valor Añadido
LAC	Línea Aérea de Contacto
LAV	Línea de Alta Velocidad
LF	Límite Frontera
LIC	Lugar de Importancia Comunitaria
LOTT	Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres
LSF	Ley del Sector Ferroviario

LZB	Linien Zug Beeinflussung
MC	Manual de Circulación/Manual de Capacidades
MCP	Compañía de Ferrocarriles de Madrid a Cáceres y Portugal
MEC	Mecanismo Conectar Europa
MOVILIA	Encuesta de Movilidad de personas residentes en España
MZA	Compañía ferroviaria Madrid-Zaragoza-Alicante
MTM	Maquinista Terrestre y Marítima
NAFA	Nuevo Acceso Ferroviario a Andalucía
NAV	Normativa Adif Vía
NEC	Normas Específicas de Circulación
OM	Orden Ministerial
OSP	Obligaciones de Servicio Público
OSS	One Stop Shop (Ventanilla Única)
OTP	Observatorio Hispano-Francés de Tráfico en los Pirineos
OTEP	Observatorio Transfronterizo España-Portugal
PAT	Plan Alternativo de Transporte
PAET	Puesto de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes
PEITFME	Plan Estratégico para el Impulso del Transporte Ferroviario de Mercancías en España
PIB	Producto Interior Bruto
PIR	Proyecto de Interés Regional
PITVI	Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda 2012-2024
PK/ PPKK	Punto kilométrico/ Puntos kilométricos
PM	Puesto de Mando
PNA	Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero
PPP	Participación Público Privada
PREIFEX	Prevención de Incendios Forestales en Extremadura
PT	Plan de Transporte
PTO	Prescripciones Técnicas y Operativas de Circulación
REF	Registro Especial Ferroviario
REFER	Rede Ferroviaria Nacional de Portugal
RENFE	Red Nacional de Ferrocarriles Españoles
RFIG	Red Ferroviaria de Interés General
RFF	Réseau Ferré de France (Red ferroviaria francesa)
RGC	Reglamento General de Circulación
RNE	Rail Net Europe
RO	Real Orden
ROP	Revista de Obras Públicas
RSC	Responsabilidad Social Corporativa
RSF	Reglamento del Sector Ferroviario
SEITT	Sociedad Estatal de Infraestructuras del Transporte Terrestre
SEO	Sociedad Española de Ornitología
SEPES	Sociedad Estatal de Promoción y Equipamiento de Suelo
SIBI	Sistema Integrado de Basculación Integral
SIGES	Sistema de Gestión de Trenes Especiales
SIPSOR	Sistema Informático de Petición de Surcos Ocasionales y Regulares
SITRA	Sistema de Información de Tráfico
STI	Sistema de Transporte Inteligente
TAF	Tren Automotor Fiat

TAP	Tren de Altas Prestaciones
TAV	Tren de Alta Velocidad
TCP	Travesía Central del Pirineo
TEN-T/RTE-T	Trans European Network-Transport/ Red Transeuropea de Transporte
TERFN	Trans European Rail Freight Network (Red Transeuropea de Transporte de Mercancías)
TEU	Twenty-foot Equivalent unit (Contenedor)
TIC	Tecnología de la Información y Comunicación
TIO	Tablas Input-Output
TIO-R	Tablas Input-Output Regionales
UE	Unión Europea
UIC	Unión International de Chemins de Fer
UTI	Unidad de Transporte Intermodal
VAB	Valor Añadido Bruto
WWF	World Wildlife Fund
ZAL	Zona de Actividades Logísticas
ZEPA	Zona de Especial Protección de Aves
ZH	Compañía ferroviaria de Zafra a Huelva
ZIL	Zona de Industria Ligera

14.- ÍNDICE DE LOS ELEMENTOS INSERTADOS EN LA TESIS DOCTORAL

Como complemento a los textos del Tesis doctoral se insertan a lo largo del proyecto una serie de fotografías, gráficos, tablas, ecuaciones e ilustraciones. Todos ellos contienen en su parte superior el tipo de elemento y su número, junto con una breve descripción del mismo. En la parte inferior aparece la fuente de donde se ha extraído.

14.1.- ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Gaceta de Los Caminos de Hierro donde se aprueba el proyecto de la línea de ferrocarril de Mérida a la frontera con Portugal en septiembre de 1856 23
Fotografía 2 Grabado de la inauguración de la estación de Badajoz. 23 de junio de 1863. El tren provenía de la ciudad portuguesa de Elvas..... 24
Fotografía 3. Túnel de las Cabras. Boca de salida sentido Córdoba 26
Fotografía 4 Almorchon, locomotora 756 de MZA, año 1926 28
Fotografía 5. Locomotora MZA 668 de 1920 29
Fotografía 6. Nuevo puente sobre el Guadiana construido en el año 1955 al lado del primitivo metálico del que se ven aún las pilas. PK. 437,066 cerca de la Zarza de Alange. 31
Fotografía 7. Estación de Atocha aún con las siglas de Madrid-Zaragoza-Alicante (MZA) 34
Fotografía 8. Locomotora de vapor Mikado 36
Fotografía 9. Estación de Magacela. Badajoz. Abandona su actividad en los años 90. 37
Fotografía 10.Automotor eléctrico de Alta Velocidad de la serie 100 de Renfe 38
Fotografía 11. Automotor de Alta Velocidad, para servicios Avant, de la serie 114 de Renfe Operadora. 40
Fotografía 12. Tren de Takargo/Comsa en la red de Adif. 47
Fotografía 13. Automotor diesel 592 de Renfe. Año de fabricación 1984 48
Fotografía 14. Traviesas de hormigón polivalentes y carril UIC-54 preparados para ser repuestos en la línea Mérida-Cabeza de Buey. 49
Fotografía 15. Automotor diesel 592 circulando por la estación de Aldea del Cano (Cáceres) antes de llevarse a cabo el convenio con Renfe Operadora. 50
Fotografía 16. R-598 circulando en la red ferroviaria extremeña. 51
Fotografía 17. Evolución del material rodante. Automotores 592 y R-598 en la estación de Mérida. 54
Fotografía 18. Renovación de vía entre Mérida y Zafra (Badajoz). 54
Fotografía 19. Supresión de pasos a nivel en Valdetorres (Badajoz). 55
Fotografía 20. Arreglo de trincheras y construcción de falsos túneles entre Zafra y Fregenal (Badajoz). 55
Fotografía 21. Cartel obras cofinanciadas. Tramo Zafra-Fregenal (Badajoz) 56
Fotografía 22. Castuera-Cabeza del Buey (30 km) 61
Fotografía 23. 2ª Fase Zafra-Llerena (24 km)..... 61
Fotografía 24. Mérida-Cáceres: Trayecto Carmonita-El Carrascalejo-Aljucén (21 km) 62
Fotografía 25. Mérida-Cáceres: Trayecto Aljucén-Mérida (6 km). 62
Fotografía 26. Tren de la Serie 730 en Puertollano. (Ciudad Real). 65
Fotografía 27. Tren Arco Barcelona-Badajoz por Guareña (2010)..... 67
Fotografía 28. Tren Talgo Madrid-Cáceres-Badajoz. Cañaveral 2010. 67
Fotografía 29. Tren Hotel Lusitania Madrid-Cáceres-Lisoba. Madrid (2011) 68
Fotografía 30. Tren R-598 sustituto del Talgo Madrid-Badajoz. Aljucén 2011 68
Fotografía 31. Servicio de autobuses de acceso a la estación de ferrocarril de Plasencia. 74
Fotografía 32. Detalles del R-598 74
Fotografía 33. Detalles del S-599 75
Fotografía 34. Sustitución de traviesas de madera por traviesas polivalentes de hormigón monobloque (PR-01) en el tramo Mérida-Aljucén. Septiembre 2014 83
Fotografía 35. Traviesas monobloque en el tramo Mérida-Aljucén, sustituidas en septiembre/14 84
Fotografía 36. Plataforma de la línea de alta velocidad extremeña y ferrocarril convencional en el PK 496/800 cerca de Novelda. Badajoz. 84
Fotografía 37. Ejecución de uno de los arcos del puente sobre el río Almonte 140

Fotografía 38 Simulación virtual del puente arco sobre el río Almonte 141
Fotografía 39. Túnel de Santa Marina en Grimaldo. (Cáceres). 145
Fotografía 40. Arranque de uno de los arcos del puente sobre el río Almonte 146
Fotografía 41. Grúa cargando un contenedor normalizado de 20 pies (T.E.U) en un vagón-plataforma de ferrocarril. 152
Fotografía 42. Grúa trasladando un TEU de un vagón –plataforma a la plataforma de un camión. 153
Fotografía 43. Tren carbonero con locomotora 333.357.2 cruzando el puente sobre el río Guadálmez. (Ciudad Real). 170
Fotografía 44. Camión realizando un servicio de transporte por carretera. 189
Fotografía 45. Carbonero en la estación de Almorchón. Badajoz 192
Fotografía 46. Carbonero en la estación de Cabeza del Buey. Badajoz 193
Fotografía 47. Carbonero dirección La Nava pasando por el puente del Zújar cerca de la estación de Benalcázar.(Córdoba) 195
Fotografía 48. Tren de amoniaco cerca de Cabeza del Buey. Badajoz. 197
Fotografía 49. Carbonero cerca de Almorchón. 199
Fotografía 50. Automotor R-598 cruzando el río Guadálmez. Ciudad Real. 204
Fotografía 51. Tren conmemorativo de los 150 años de tren en Extremadura. Mérida. (Badajoz). 205
Fotografía 52. Tren Turístico en Valencia de Alcántara. Cáceres. 208
Fotografía 53. Cruce del R-598 de viajeros con el carbonero en Cabeza del Buey. Badajoz. 211
Fotografía 54. Automotor R-598 cerca del Fresnal. Badajoz. 212
Fotografía 55. Automotor R-598 entrando en la estación de Cabeza del Buey. Badajoz 213
Fotografía 56. Automotor R-598 cruzando el apartadero del Fresnal. Badajoz. 214
Fotografía 57. Servicio interregional en la estación de Almorchón. Badajoz. 216
Fotografía 58. Automotor entrando en Villanueva de la Serena. Badajoz 219
Fotografía 59. Plataforma de la línea de alta velocidad Madrid-Extremadura a la altura del Fresnal. Badajoz. 221
Fotografía 60. Superestructura compuesta de balasto silíceo, traviesa monobloque polivalente y carril UIC-54 cerca de Villanueva de la Serena. Badajoz. 221
Fotografía 61. Puente arco sobre el río Almonte en la línea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura 224
Fotografía 62. Boca de entrada del Túnel de Santa Marina en la línea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura 225
Fotografía 63. Ferrocarril Ciudad Real –Badajoz. Tramo Castuera- Almorchón. Pasos superiores de la EX-104 y antigua C-420. Carril RN-45 y traviesas de madera. 239
Fotografía 64. Tren chatarrero en Puertollano. Ciudad Real. 240
Fotografía 65. Estación de Brazatortas-Veredas 240
Fotografía 66. Salida de la estación de Caracollera lado Badajoz y marmita de cambio de aguja con señal indicadora de posición tipo MZA. 241
Fotografía 67. Estación de Almadenejos-Almaden 242
Fotografía 68. Chillón, 25-08-2014. Tren 18770 (Regional Exprés Puertollano - Badajoz) pasando por el puente sobre río Guadálmez. 243
Fotografía 69. Guadálmez - Los Pedroches, 25-08-2014. Panorámica actual de la estación. 244
Fotografía 70. Túnel de las Cabras . Lado Badajoz 245
Fotografía 71. Belalcázar, 28-08-2014. Tren 85101 procedente de La Alhondiguilla, pasa por la estación de Belalcázar en su camino hasta La Nava de Puertollano. 245
Fotografía 72. Vía entre el Quintillo y Castuera 246
Fotografía 73. Tren carbonero entrando en la estación de Almorchón 247
Fotografía 74. P.N. suprimido en la vía pecuaria Vereda de Zalamea. Trayecto Castuera-Campanario 248
Fotografía 75. Estación de Castuera 248
Fotografía 76. Tramo de vía cercano a la estación abandonada de Magacela 249
Fotografía 77. Estación de Don Benito 250
Fotografía 78. Estación de Villanueva de la Serena 250
Fotografía 79. Vía entre Guareña y Don Benito. Paso superior de la BA-088 251
Fotografía 80. Puente sobre el Guadiana en Zarza de Alange, cerca de Mérida. 251

Fotografía 81. Curva pronunciada con limitación de 90 km/h cerca de la estación de Mérida. Al fondo el acueducto de los Milagros. Superestructura renovada con carril UIC-54 y traviesa de hormigón monobloque polivalente PR-01 252
Fotografía 82. Tren de mercancías entrando en el Centro Logístico de San Lázaro de Mérida 253
Fotografía 83. Estación de Aljucén 254
Fotografía 84. Cambio de ancho en la frontera portuguesa. Urbanización Río Caya. 254
Fotografía 85. Estación de Badajoz 255
Fotografía 86. Soterramiento de la calle Taroconte, cerca de la estación de Badajoz. 256
Fotografía 87. Vía Montijo-Badajoz junto a plataforma A.V. 256
Fotografía 88. Limitación temporal de velocidad 90 km/h viajeros y 50 km/h mercancías cerca de Caracollera (Ciudad Real) 257
Fotografía 89. Limitación temporal de 50 km/h en las proximidades de Almorochón. (Badajoz) 258
Fotografía 90. Renovación de vía en el trayecto Mérida-Villanueva de la Serena (2005-2007) 259
Fotografía 91. Vía antes de la renovación entre Mérida y Aljucén. Julio de 2014 260
Fotografía 92. Vía renovada entre Mérida y Aljucén. Septiembre de 2014 260
Fotografía 93. Pendiente del 15,37 ‰ en las cercanías de Cabeza de Buey (Badajoz). PK 324/366 266
Fotografía 94. Curva de 291 m de radio horizontal en Zarza de Alanje. (Badajoz). PK 436/100 267
Fotografía 95. Automotor R-598 de Renfe Operadora atravesando una curva peraltada a la salida del túnel de las Cabras (Badajoz). PK 318/500 268
Fotografía 96. Vista desde la estación de Badajoz. Al fondo, una locomotora serie 2600 de Comboios de Portugal con vagones cisterna cargados de amoniaco. 271
Fotografía 97. Tramo de vía en el PK 376/200 cerca de Campanario. (Badajoz). A la izquierda se observa la cola del embalse del Paredón sobre el arroyo del Molar. 272
Fotografía 98. Paso superior sobre la EX_104 de Campanario a Castuera. PK 361/400 273
Fotografía 99. Radio de 275 m a la entrada del soterramiento de la avenida Padre Taraconte, cerca de la estación de Badajoz. 277
Fotografía 100. Recta más larga del tramo en Guadiana del Caudillo. A la izquierda está la plataforma de AVE y a la derecha una duplicación de vía en la estación. 278
Fotografía 101. Cartel limitador de velocidades para vehículos tipo N (110 km/h), A (115 km/h) y B (125 km/h) cerca del paso superior de la EX-100. 282
Fotografía 102. Señal de punto kilométrico en el puente sobre el río Gévora (Badajoz). Detrás se aprecia una señal informativa de la pendiente de la línea 287
Fotografía 103. Limitación de velocidad de 70 km/h en Zarza de Alanje. (Badajoz). PK 436/600. Radio horizontal de 291 m. 288
Fotografía 104. Limitación de velocidad en el PK 384/900, cerca de Magacela. (Badajoz). 289
Fotografía 105. Preaviso de limitación de 160 km/h en la estructura sobre río Lácara. PK 470/000, cerca de Torremayor. (Badajoz). 290
Fotografía 106. Limitación de 80 km/h en el PK 361/400 cerca de Campanario. 291
Fotografía 107. Aviso de limitación temporal de 30 km/h en la Vía Pecuaria Vereda de Zalamea. PK 370/200, cerca de Campanario (Badajoz) 291
Fotografía 108. Limitación de velocidad de 40 km/h en la urbanización Río Caya (Badajoz) en la frontera con Portugal 292
Fotografía 109. Desvío manual tipo A en la estación de Cabeza del Buey (Badajoz) 298
Fotografía 110. Desvío mecánico en la estación de Almorchón. (Badajoz). 299
Fotografía 111. Curva limitada a 80 km/h a la salida de la estación de Campanario (Badajoz) dirección Puertollano. 300
Fotografía 112. Puente sobre el río Guadiana cerca de Zarza de Alanje. (Badajoz). 301
Fotografía 113. Confluencia de la línea Badajoz-Mérida y Cáceres –Mérida en las proximidades de la estación de Aljucén (Badajoz). 301
Fotografía 114. Automotor R-598 en el PK 494/300 cerca de Fresnal. (Badajoz) 302
Fotografía 115. Automotores R-598 y S-599 en la Estación de Badajoz 303
Fotografía 116. Rampa del 15,37‰ en el PK 324/700 cerca de Cabeza de Buey (Badajoz). 311
Fotografía 117. Señal de pendiente del 1‰ en 1.597 m, en la calle Vicente Alexandre de Mérida. (Badajoz). 315
Fotografía 118. Pendiente de entrada al túnel de Las Cabras sentido Puertollano. 316

Fotografía 119. Medida de gálibos verticales en la estructura de Pueblonuevo del Guadiana. (Badajoz). 323
Fotografía 120. Colocación encima del carril del distanciómetro laser para la medida de gálibos verticales en las estructuras del Cofemanex..... 325
Fotografía 121. Medida de gálibos en el túnel de Las Cabras. Badajoz 326
Fotografía 122. Laser PD56 de Kolida empleado en las medidas de los gálibos de las estructuras del Cofemanex..... 327
Fotografía 123. Puente sobre el río Gévora (Badajoz). Construido en 1930, sustituye al de celosía de hierro original. 328
Fotografía 124. Plataforma de vía sobre el puente del río Gévora (Badajoz). Se puede observar que aunque está extendida la vía única existe ancho suficiente para poder duplicar la vía. ... 329
Fotografía 125. Confluencia de vías en el puente sobre el río Aljucén. (Badajoz). La vía de la izquierda es el ramal Aljucén Cáceres y el de la derecha Aljucén-Badajoz. 329
Fotografía 126. Viga tipo Warren en el puente sobre el río Guadamez. PK 413/320. (Badajoz) 330
Fotografía 127. Puente sobre el río Guadiana en Zarza de Alanje. (Badajoz). Se conservan los estribos del puente primitivo sobre el que estaba construido el puente metálico. 331
Fotografía 128. Sección interior del túnel de las Cabras. PK 318/500. No dispone de gálibo horizontal suficiente para duplicar la línea ni tampoco vertical para electrificarla. 332
Fotografía 129. Estructura antigua de de hormigón en masa en el PK 503/300 en Sagrajas. (Badajoz) 333
Fotografía 130. Estructura de nueva construcción por afección de la líena de Alta Velocidad extremeña. PK 477/200 en la carretera EX-327 333
Fotografía 131. Estribos de hormigón “In situ” y derrames encachados de pizarra en la estructura en el PK 418/800 en la BA-142. 334
Fotografía 132. Estribos de tierra armada en la estructura de la EX-100, P.K: 508/600. Badajoz 335
Fotografía 133. Tren de amoniaco pasando bajo la estructura del PK 446/700 de la BA-058. 340
Fotografía 134. Estructura en el PK 507/300 bajo la carretera de Montijo. (Badajoz). Gálibo vertical de 4,80 m. mínimo de todas las estructuras del corredor extremeño del Cofemanex. 341
Fotografía 135. Camino público cerca de Almorchón (Badajoz). Gálibo vertical libre de 5,00 m. 342
Fotografía 136. Paso superior en el camino de la Urbanización “Las Mimosas “ en Villanueva de la Serena (Badajoz). Gálibo horizontal 7,77 m. 343
Fotografía 137. Paso sobre el ferrocarril de la N-630 en el PK 451/800 en Mérida. Badajoz. . 344
Fotografía 138. Balasto silíceo (Tipo A) en la calle Vicente Alexandre de Mérida. (Badajoz).. 345
Fotografía 139. Balasto calizo (Tipo B) cerca de Castuera. Badajoz 346
Fotografía 140. Balasto mezcla entre Almorchón y Castuera. (Badajoz). 349
Fotografía 141. Renovación de balasto entre Mérida y Aljucén. (Badajoz). 350
Fotografía 142. Balasto silíceo en la frontera con Portugal. PK 517/610. Badajoz. 350
Fotografía 143. Traviesas BR-94 sustituidas por monobloque en Aljucén. (Badajoz)..... 351
Fotografía 144. Traviesa bibloque RS con sujeción J-2en la estación de Castuera.Badajoz .. 352
Fotografía 145. Traviesas de madera y fijaciones rígidas entre Almorchón y Castuera. (Badajoz) 353
Fotografía 146. Traviesas bibloque tipo RS y sujeciones J-2 entre Cabeza del Buey y Almorchón. (Badajoz). 353
Fotografía 147. Traviesas BR-94 con sujeción Nabla en el puente sobre el río Aljucén. (Badajoz) 354
Fotografía 148. Sujección Vossloh y clip elástico SKL-1 en traviesa monobloque polivalente PR-01..... 354
Fotografía 149. Traviesas de madera con sujeciones fijas. Tramo Almorchón-Castuera 355
Fotografía 150. Traviesas de madera en la estación de Don Benito. (Badajoz). 356
Fotografía 151. Detalle de la traviesa polivalente PR-01 colocada entre Don Benito y Villanueva de la Serena (Badajoz). 357
Fotografía 152. Vía a la salida de Brazatortas con alternancia de traviesas bibloque BR-94 con sujeciones Nabla y traviesas de madera con sujeciones rígidas. 358
Fotografía 153. Estado d ela vía cerca de Caracollera. (Ciudad Real). traviesas bibloque BR-94 con sujeciones Nabla y traviesas de madera con sujeciones rígidas. 359
Fotografía 154.Tramo Guadálmez-Los Pedroches (Ciudad Real)- Belalcázar (Córdoba). Traviesa bibloque BR-94 con sujeciones Nabla, alternada con traviesas de madera..... 360

Fotografía 155. Traviesa bibloque RS y sujeción J-2 entre Belalcázar (Córdoba) y Cabeza del Buey (Badajoz). 361
Fotografía 156. Traviesas de madera y sujeciones rígidas entre Almorchón y Castuera. Badajoz 362
Fotografía 157. Traviesa polivalente PR-90 y sujeción Vossloh entre Guareña y Mérida. 363
Fotografía 158.Traviesa monobloque polivelente PR-01 entre Mérida y Aljucén. Badajoz. 363
Fotografía 159. Traviesa polivalente PR-90 y sujeción Vossloh de La Garrovilla a Badajoz... 364
Fotografía 160. Traviesas bibloque RS y sujeciones J-2 en el tramo Badajoz-frontera portuguesa. 365
Fotografía 161. Carril de 45 kg/m fabricado en Altos Hornos de Vizcaya . (AHV). Tramo Belalcazar (Córdoba)-Cabeza del Buey (Badajoz). 366
Fotografía 162. Tramo de barra larga soldada (BLS) entre Guareña y Mérida. (Badajoz) 367
Fotografía 163. Barra larga soldada en Quintana de la Serena. Badajoz. Carril de Altos Hornos de Vizcaya (AHV) de 1964. Se observan los huecos para las bridas de la junta primitiva. 368
Fotografía 164. Juntas en el carril de 45 kg/m del tramo Almorchón-Castuera. (Badajoz)..... 369
Fotografía 165. Carril de 1925 suministrado por la Compañía Siderúrgica del Mediterráneo (CSV) para MZA. Tramo Almorchón-Castuera. (Badajoz)..... 370
Fotografía 166. . Carril de 1927 suministrado por la Compañía Siderúrgica del Mediterráneo (CSV) para MZA. Tramo Belalcazar (Córdoba) -Cabeza del Buey. (Badajoz)..... 371
Fotografía 167. Carril de 45 kg/m suministrado por Altos Hornos de Vizcaya para MZA en 1932. Tramo Belalcazar (Córdoba) y Cabeza del Buey (Badajoz). 372
Fotografía 168. Barra larga soldada en la ascensión al túnel de las Cabras, cerca de Cabeza del Buey (Badajoz) 373
Fotografía 169. Carril de 45 kg/m y juntas entre Almorchón yCastuera. (Badajoz). 374
Fotografía 170. Carril UIC-54 cerca de la estación de D.Benito. Badajoz..... 375
Fotografía 171. Bridas en la junta de los carriles UIC-54 suministrados por Ensidesa en el tramo Mérida-Aljucén. Badajoz 375
Fotografía 172. Carril UIC-60 entre La Garrovilla y Badajoz. 376
Fotografía 173. Junta de carril en el cambio de traviesas de bibloque RS a madera en la frontera con Portugal. Carril UIC-54..... 376
Fotografía 174. Timonería de una aguja en el desvío tipo C de Mercaguadiana en Don Benito 379
Fotografía 175. Desvío manual tipo A en la Garrovilla. Badajoz. 380
Fotografía 176. Desvío mecánico tipo A. Cableado para la activación de las agujas a distancia en la estación de Almorchón. (Badajoz). 380
Fotografía 177. Detalle de la polea que sujeta el cable de acero del desvío mecánico de Castuera..... 381
Fotografía 178. Desvío tipo C electrónico en el PK 494/300 en el Fresnal. (Badajoz) 381
Fotografía 179. Desvío mecánico tipo A en la estación de Almorchón. (Badajoz)..... 382
Fotografía 180. Indicador de posición de aguja en la estación de Almorchón. (Badajoz)..... 383
Fotografía 181. Desvío tipo C en Guadiana. Badajoz. 384
Fotografía 182. Desvío tipo C en el PK494/000 cerca del Fresnal. Badajoz..... 385
Fotografía 183. Calce descarrilador manual en la estación de Cabeza del Buey. Badajoz..... 385
Fotografía 184. Superestructura entre Castuera y Almorchón en estado “MALO”. 390
Fotografía 185. Centro logístico de San Lázaro en Mérida. Badajoz 396
Fotografía 186. Automotor R-598 de Puertollano a Badajoz y Avant S-104-901-4 de Puertollano a Madrid. Estación de Puertollano. Ciudad Real. 399
Fotografía 187. Estación de La Nava de Puertollano. Ciudad Real. 400
Fotografía 188. Fachada de la estación de viajeros de Brazatortas-Veredas. Ciudad Real.... 401
Fotografía 189. Estación de Caracollera. Ciudad Real..... 402
Fotografía 190. Estación de Almadenejos-Alamdén. Ciudad Real..... 403
Fotografía 191. Estado actual de la estación abandonada del Alamillo. Ciudad Real. 404
Fotografía 192. Estación abandonada de Chillón. Ciudad Real. 405
Fotografía 193. Estación de Guadálmez-Los Pedroches. Ciudad Real. 406
Fotografía 194. Estación de Belalcázar. Córdoba. 407
Fotografía 195. Estación abandonada de las Cabras. Badajoz 408
Fotografía 196. . Estación de Cabeza del Buey. Badajoz 409
Fotografía 197. Estación de Almorchón. Badajoz..... 412
Fotografía 198. Estación del Quintillo. Badajoz 413

Fotografía 199. Estación de Castuera. Badajoz 414
Fotografía 200. Estación de Quintana de la Serena. 415
Fotografía 201. Estación de Campanario. Badajoz 416
Fotografía 202. Estación de Magacela. Badajoz. 417
Fotografía 203. Automotor R-598 estacionado en la estación de Villanueva de la Serena. Badajoz. 419
Fotografía 204. Apartadero de Mercoguadiana en Don Benito. Badajoz. 420
Fotografía 205. Estación de Don Benito. Badajoz. 422
Fotografía 206. Estación abandonada de Medellín. Badajoz 423
Fotografía 207. Estación de Valdetorres. Badajoz. 424
Fotografía 208. Estación de Guareña. 426
Fotografía 209. Apeadero actualmente sin servicio de Villagonzalo. Badajoz 427
Fotografía 210. Ubicación de la antigua estación de Zarza de Alange. Badajoz 428
Fotografía 211. Vista actual de la línea férrea donde se encontraba la estación de Don Álvaro. Badajoz 429
Fotografía 212. Estación de Mérida (Badajoz). Al fondo terminal de mercancías de San Lázaro. 431
Fotografía 213. Fachada principal del edificio de viajeros de la estación de Mérida. Badajoz. 432
Fotografía 214. Protección semafórica luminosa en las salidas a Badajoz (ramal izquierdo) y de Cáceres (ramal derecho) de la estación de Aljucén. Badajoz. 433
Fotografía 215. Automotor R-598 pasando cerca del apartadero de Acorex en La Garrovilla. Badajoz. 434
Fotografía 216. Edificio de viajero abandonado de Torremayor. Badajoz. 435
Fotografía 217. Estación de Montijo. Badajoz. 436
Fotografía 218. Apeadero de Montijo-El Molino. Badajoz. 437
Fotografía 219. Estación de Guadiana. Badajoz. 437
Fotografía 220. Estación técnica de El Fresnal. Badajoz. 438
Fotografía 221. Instalaciones de Mercoguadiana S.A en Gévora. Badajoz. 440
Fotografía 222. Vista exterior de la estación de Badajoz. 441
Fotografía 223. Edificio de viajeros de la estación de Badajoz 442
Fotografía 224. Estación de Badajoz. 443
Fotografía 225. Bioenergética extremeña en el PK 421/700, entre Valdetorres y Guareña. Badajoz. 443
Fotografía 226. Automotor 592.209 entrando en la estación de Almorchón. Julio 2012 452
Fotografía 227. Automotor de la serie 592.233 cerca de la estación de Las Cabras. Badajoz. Julio 2012 454
Fotografía 228. Automotor de la serie R-598 entrando en la estación de Almorchón. Badajoz 457
Fotografía 229. Automotor de la serie R-598 aparcado en la estación de Almadenejos-Almadén 458
Fotografía 230. Automotores de la serie R-598 aparcados en la estación de Villanueva de la Serena. 459
Fotografía 231. Interior de un automotor de la serie R-598 de Renfe Operadora 461
Fotografía 232. Tren de la serie R-598 saliendo del túnel de Las Cabras . Badajoz. 462
Fotografía 233. Automotor R-598 pasando bajo la estructura de la EX-104 cerca de Castuera. Badajoz 463
Fotografía 234. Automotor R-598 saliendo del túnel de Las Cabras. (Badajoz) 464
Fotografía 235. Automotor S-599 cerca de Guadiana. Badajoz. 466
Fotografía 236. Interior de un S-599 468
Fotografía 237. Automotor S-599 efectuando su salida de Madrid Atocha con destino Badajoz. 469
Fotografía 238. Detalle del S-599 en el PK 488/100 cerca de Guadiana. Badajoz 470
Fotografía 239. Locomotora de la serie 333.345.7 de Renfe mercancías en la estación de Mérida 473
Fotografía 240. Locomotora de la serie 333.355.6 con tolvas de carbón en Almorochón. 474
Fotografía 241. Tolva TT5 de Renfe mercancías. 477
Fotografía 242. Tolvas tipo TDGS de Comboios de Portugal para el transporte de cereal. Similar a las TT5 de Renfe. 478
Fotografía 243. Vagón tipo TT8 de Renfe mercancías. 479

Fotografía 244. Tren carbonero con locomotora 333.348.1 y tolvas TT4 junto al automotor de viajeros R-598 en la estación de Almorchón. Badajoz. 482
Fotografía 245. Vagón de Renfe tipo X7..... 484
Fotografía 246. Chatarrero con vagones X7 saliendo de Puertollano hacia Mérida. 486
Fotografía 247. Vagón cisterna tipo RR-92 de Renfe..... 487
Fotografía 248. Tren de amoniaco con tolvas RR92 junto al automotor de viajeros R-598 en Almorchón. Badajoz 488
Fotografía 249. Vagón cisterna de Ermewa, similar al RR-92 de Renfe en la estación de Badajoz. 488
Fotografía 250. Vagón plataforma de Renfe cargando un TEU. 490
Fotografía 251. Carbonero en las proximidades de Almorchón. Badajoz. Locomotora 333.3, vagones TT4. 492
Fotografía 252. Tren de amoniaco en cabeza del Buey. Badajoz. Locomotora 333.3, vagones RR92. 493
Fotografía 253. Tren de coque en Puertollano refiniería.Ciudad Real. Locomotora 333.3, vagones TT4. 494
Fotografía 254. Tren de cereal en la estación de Don Benito (Badajoz). Locomotora 333.3, vagones TT5. 495
Fotografía 255. Chatarrero saliendo de Mérida hacia Puertollano. Locomotora 333.3, vagones X7. 496
Fotografía 256. Tren portacontenedores entrando en el centro logístico de San Lázaro de Mérida. Locomotora 333.3, vagones MMMC1..... 497
Fotografía 257. Automotor Alvia de la serie 730 (híbrido). 498
Fotografía 258. Locomotora de la serie 333.3 remolcando vagones de carbón en Almorchón. Badajoz 499
Fotografía 259. Señalización luminosa en el PK 507/700 , bajo la autovía A-5 en Badajoz.... 500
Fotografía 260. Señalización mecánica en Almorchón. Badajoz. 501
Fotografía 261. Desvío manual en Carcaollera. Ciudad Real. Al fondo semáforo mecánico. . 502
Fotografía 262.Desvío mecánico en Castuera. Badajoz 502
Fotografía 263. Señalización mecánica de desvío en Almorchón. Badajoz..... 504
Fotografía 264. Detalle de la señal mecánica..... 504
Fotografía 265. Señal de proximidad del eje del apeadero en la estación de Campanario. Badajoz. 506
Fotografía 266. Señal de silbido de atención cerca de la estación de Castuera. Badajoz..... 506
Fotografía 267. Señal de rampa en el puente sobre el río Gévora de Badajoz. 508
Fotografía 268. Poste kilométrico cerca de Villanueva de la Srena 508
Fotografía 269. Preanunacio de velocidad limitada en el PK 471/000 en Torremayor. Badajoz. 510
Fotografía 270. Anuncio temporal de limitación de velocidad en Aljucén. Badajoz. 510
Fotografía 271. Limitación de velocidad entre Mérida y Aljucén. Badajoz. 512
Fotografía 272. Fin de limitación de velocidad en Campanario. Badajoz..... 512
Fotografía 273. Limitación de velocidad 50 km/h mercancías y 90 km/h viajeros a la salida de Almorchón. 513
Fotografía 274. Anuncio de velocidad limitada en 418/800 en Valdetorres,. Badajoz. 514
Fotografía 275. Circuito de vía (CDV) protegido por semáforo cerca de la estación de Badajoz. 516
Fotografía 276. Contador de ejes (CE) en la estación de Don Benito. Badajoz. 517
Fotografía 277. Señal luminosa en el Bloqueo de Liberación Automática (BLAU) y sistema ASFA en el PK399/700 cerca de la estación de Don Benito. Badajoz 518
Fotografía 278. Señal luminosa en el Bloqueo Automático (BAU) y sistema ASFA en el PK 494/800 en el Fresnal (Badajoz). 519
Fotografía 279. Sistema ASFA instalado en las cercanías de la estación de Don Benito. Badajoz. 524
Fotografía 280. Puesto de Mando de Manzanares desde donde se realiza el control y telemando del tramo Mérida-Villanueva de la Serena y Badajoz –Mérida del Cofemanex..... 525
Fotografía 281. Dispositivos de comunicación de Westinghouse Signals Ltd en Aljucén. Desde 2009 han pasado a llamarse Invensys Rail. 526
Fotografía 282. Bloqueo telefónico, ASFA y señalización mecánica en Castuera. Badajoz.... 528
Fotografía 283. Paso a nivel tipo A en el PK 319/274, cerca de la estación de Las Cabras. Badajoz 530

Fotografía 284. Paso a nivel tipo B en el PK 344/692 entre el Quintillo y Castuera. Badajoz.. 531
Fotografía 285. PN de clase C en Cabeza del Buey. Badajoz 532
Fotografía 286. Automotor R-598 cruzando el paso a nivel tipo C de Cabeza del Buey. Badajoz. 534
Fotografía 287. Paso a Nivel tipo C en Don Benito. Badajoz 536
Fotografía 288. Traviesas de madera en el paso a nivel tipo A cerca de la estación de Las Cabras. Badajoz 536
Fotografía 289. Detalle de catenaria tipo CA-160 542
Fotografía 290. Detalle de catenaria tipo CA-220 543
Fotografía 291. Tramo electrificado de la línea Puertollano-Ciudad Real con 3.000 V en CC. Puertollano. (Ciudad Real). 544
Fotografía 292. Parque fotovoltaico Solar Parks, en Don Alvaro (Badajoz) 552
Fotografía 293. Parque solar termoeléctrico La Risca en Alvarado (Badajoz) 50 MW 554
Fotografía 294. Planta de biomasa de Miajadas (Cáceres) 16 MW 555
Fotografía 295. Terminal de contendedores en la estación de San Lázaro. (Mérida)..... 575
Fotografía 296. Tren portacontenedores accediendo al centro logístico de San Lázaro de Mérida..... 576
Fotografía 297. Contenedores normalizados de 20 pies (T.E.U) de Renfe Operadora en el Centro Logístico de San Lázaro. Mérida. 577
Fotografía 298. Transporte intermodal en Sagragas. Badajoz. 596
Fotografía 299. Tren carbonero en la estación de Almorchón. Badajoz..... 598
Fotografía 300. Carbonero en Almorchón. Badajoz. 599
Fotografía 301. Tren militar saliendo de la estación de Almorchón. 601
Fotografía 302. Tren Teco Iberian Link saliendo de Mérida. Badajoz 605
Fotografía 303. Locomotora de mercancías 333.347.3 en la estación de Almorchón. Detrás se pueden divisar un carbonero y un R-598 de pasajeros. 610
Fotografía 304. Cruce de carboneros en la estación de Almorchón. Badajoz..... 612
Fotografía 305. Tren de amoniaco en la estación de Almorchón. Badajoz. 613
Fotografía 306. Tren de amoniaco entrando en la estación de Cabeza del Buey. Badajoz..... 617
Fotografía 307. Carbonero cerca de la estación de cabeza del Buey. Badajoz. 619
Fotografía 308. Tren de amoniaco de Comboios de Portugal en la estación de Badajoz..... 620
Fotografía 309- Carbonero cerca de Cabeza del Buey. Badajoz. 620
Fotografía 310. Carbonero cerca de Almorchón. Badajoz..... 624
Fotografía 311. Carbonero saliendo del túnel de Las Cabras. Badajoz. 625
Fotografía 312. Trenes carbonero y chatarrero cruzándose en la estación de Almorchón. Badajoz..... 626
Fotografía 313. Tren de amoniaco perteneciente a Comboios de Portugal en la estación de Badajoz..... 626
Fotografía 314. Dresina de Vía y Obras de Adif en el Cofemanex. 627
Fotografía 315. Bateadora/perfiladora en cabeza del Buey..... 628
Fotografía 316. R-598 entrando en la estación de Almorchón. Badajoz. 631
Fotografía 317. Cruce de carboneros en Cabeza del Buey. Badajoz..... 632
Fotografía 318. Chatarrero cerca de Mérida. Badajoz. 633
Fotografía 319. Cruce del R-598 de pasajeros y el tren de amoniaco en Almorchón. Badajoz638
Fotografía 320. Cruce del R-598 de pasajeros y el carbonero en Almorchón. Badajoz..... 639
Fotografía 321. Intercity 18331 de Badajoz-Puertollano en Cabeza del Buey. Badajoz. 641
Fotografía 322. Regional Express 18.777 entrando en Almorchón. Badajoz. 643
Fotografía 323. Regional Expres 18.777 en el túnel de Las Cabras. Badajoz. 649
Fotografía 324. Entrada en la estación de Mérida del Intercity 18330(Badajoz-Puertollano) .. 650
Fotografía 325. Automotor R-598 cerca de Cabeza del Buey. Badajoz 657
Fotografía 326. Tren realizando un transporte de contenedores en Sagrajas. Badajoz. 658
Fotografía 327. Curva limitada a 70 km/h en Zarza de Alanje. Badajoz..... 662
Fotografía 328. Paso superior sobre el ferrocarril en la carretera BA-058 cerca de D.Alvaro. Badajoz..... 663
Fotografía 329. Traviesas de madera y carriles de 45 kg/m entre Castuera y Almorchón. Badajoz..... 664
Fotografía 330. Automotor R-598 cruzando por el apartadero del Fresnal. Badajoz 665
Fotografía 331. Tren carbonero cruzando la señal mecánica de la estación de Almorchón. Badajoz..... 666

Fotografía 332. Paso a nivel tipo A cerca del túnel de Las Cabras. Badajoz. 667
Fotografía 333. Tren de amoniaco saliendo de Mérida. Badajoz. 670
Fotografía 334. Tren de bioetanol en vía electrificada 3.000 V CC entre Puertollano y Ciudad Real. 670
Fotografía 335. Carbonero en Almorchón. Badajoz 671
Fotografía 336. Carbonero cruzando el río Guadálmez. Ciudad Real 673
Fotografía 337. Cruce de carboneros y chatarrero en Almorchón. Badajoz 673
Fotografía 338. Teco Línea Valencia-F.S.L. - Alfafar-Benetússer 675
Fotografía 339. TECO Barcelona-Can Tunis – Lleida-Pirineus remolcado por locomotora 335.012 677
Fotografía 340. Transporte intermodal en Sagragas. Badajoz. 723

14.2.- ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Sección tipo de una estructura ferroviaria de doble vía 220
Ilustración 2. Esquema de los gálibos exigidos por ADIF en la construcción de nuevos pasos superiores sobre la vía ferroviaria existente 317
Ilustración 3. Puntos de media para determinar el gálibo vertical libre de una estructura 324
Ilustración 4. Puntos de media para determinar el gálibo horizontal libre de una estructura ... 325
Ilustración 5. Esquema de ubicación del apartadero de Mercoguadiana S.A. 439
Ilustración 6. Ubicación en planta del paso a nivel que se encuentra al lado de la estación de Aljucén. Badajoz 535
Ilustración 7 Ubicación en planta del paso a nivel existente en Badajoz 535
Ilustración 8. Características Geométricas de la línea aérea de contacto 540
Ilustración 9. Implantación de la fase 1 de la Plataforma Logística del Suroeste Europeo 580
Ilustración 10. Esquema de la conexión ferroviaria de Expaciomérida 588

14.3.- ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ámbito geográfico del Corredor Ferroviario Manchego-Extremeño (Cofemanex).....20
Gráfico 2. Mapa de los ferrocarriles de España y Portugal en ~1920. Leyenda: Línea roja: MZA, (1) Norte, (2,3) varias compañías, (4) Madrid-Cáceres-Portugal, (5) Malpartida de Plasencia a Astorga, (6) Andaluces. 25
Gráfico 3. La red de ferrocarriles en España en el siglo XIX. 27
Gráfico 4. Mapa de la red que se integró en Renfe en 1941. Las redes de las distintas compañía están marcadas de la forma siguiente: (1) Norte, (2) MZA, (3) Andaluces, (4) Oeste, (5) Compañía del Ferrocarril Santander - Mediterráneo, (6) Otras. 33
Gráfico 5. Mapa con las zonas de Renfe. Año 1985 37
Gráfico 6. Circulaciones Renfe. Año 2002 39
Gráfico 7. Organigrama de Renfe Operadora. 2014. 40
Gráfico 8. . Mapa de la red de ferrocarriles en 2005, cuando se disolvió oficialmente Renfe.....41
Gráfico 9. Principales Agentes del sector Ferroviario 42
Gráfico 10. Red ferroviaria española. Año 2011. 43
Gráfico 11. Red completa Adif. Año 2014 44
Gráfico 12. Red de ancho ibérico de Adif y principales instalaciones de mercancías. 46
Gráfico 13. Actuaciones previstas en el convenio Adif-Junta de Extremadura. Años 2004-2008. 52
Gráfico 14. Mapa de servicios previstos en el convenio entre la Junta de Extremadura y Renfe Operadora entre los años 2005-2009. 58
Gráfico 15. Actuaciones pendientes de ejecución en el convenio 2004-2008 60
Gráfico 16. Esquema de velocidades máximas en la red ferroviaria. 63
Gráfico 17. Estado de la red ferroviaria interior de Extremadura 64
Gráfico 18. Evolución del número de viajeros en los trenes regulares de Extremadura. Periodo 2004-2010. 66
Gráfico 19. Esquema de la red ferroviaria de Extremadura 70
Gráfico 20. Evolución del nº de viajeros en trenes regionales en Extremadura. Periodo 2004-2012 71
Gráfico 21. Malla de trenes con horarios del antiguo servicio 72
Gráfico 22. Malla de trenes con horarios del servicio actua en Extremadura. 76

Gráfico 23. Articulación del servicio ferroviario sobre la población en Extremadura. 78
Gráfico 24. Plan de Optimización. Material rodante antiguo 79
Gráfico 25. Plan de Optimización. Material rodante nuevo. 80
Gráfico 26. Nuevas relaciones y oferta. Corredor “Tierra de Barros” 82
Gráfico 27. Nuevas relaciones y oferta. Corredor “Vegas del Guadiana” 82
Gráfico 28. Nuevas relaciones y oferta. Corredor “Extremadura-Madrid” 83
Gráfico 29. Aprovechamiento de la línea de la Alta Velocidad de Extremadura. Perspectivas para finales de 2015. 85
Gráfico 30. 30 proyectos aprobados en la Decisión 884/2004. El eje 16 era el corredor de mercancías Sines/Algeciras-Madrid-Paris. 89
Gráfico 31. Ejes prioritarios que implicaban a España, aprobados en la Decisión 884/2004 90
Gráfico 32. Proyecto prioritario nº 3: Eje ferroviario de alta velocidad del sudoeste de Europa. 91
Gráfico 33. Proyecto prioritario nº 8: Eje multimodal Portugal /España – resto de europa. 92
Gráfico 34. Proyecto prioritario nº 16: Eje ferroviario de mercancías Sines/Algeciras-Madrid-París 93
Gráfico 35. Proyecto prioritario nº 19: Interoperabilidad del FFCC de alta velocidad en la Península Ibérica 94
Gráfico 36. Corredor nº4 de mercancías recogido en el reglamento 913/2010 que incluye el corredor ferroviario de mercancías manchego-extremeño (Cofemanex). 97
Gráfico 37. Nueva propuesta del Gobierno de España para la RTE-T. Febrero 2012 98
Gráfico 38. Red Transeuropea de Transportes aprobada en el Reglamento 1.316/2013 102
Gráfico 39. Red global: Vías férreas, puertos y terminales de ferrocarril 110
Gráfico 40. Corredores Atlántico y Mediterráneo en la Península Ibérica 114
Gráfico 41. Red Transeuropea de Transporte. Red básica de ferrocarriles y corredores mixtos. 115
Gráfico 42 Corredor Atlántico 116
Gráfico 43. Corredor Atlántico. Modo ferrocarril. 117
Gráfico 44. Corredor Mediterráneo 118
Gráfico 45. Corredor Mediterráneo. Modo ferrocarril 120
Gráfico 46. Corredor Atlántico-Mediterráneo. Ferrocarril 122
Gráfico 47. Corredor Central. Modo ferrocarril 123
Gráfico 48. Inversión de los distintos corredores españoles pertenecientes a la Red Transeuropea de Transporte. 125
Gráfico 49. Previsiones de la construcción del eje 16 a noviembre de 2012. 127
Gráfico 50. Situación y coste de las obras del eje 16. 129
Gráfico 51. Situación y coste de las obras del corredor Mediterrneo. 130
Gráfico 52. Programa de ampliación del Canal de Panamá 133
Gráfico 53. Características de la terminal XXI de contenedores del Puerto de Sines 134
Gráfico 54. Hinterland natural del Puerto de Sines 136
Gráfico 55. Plataforma Logística de Badajoz. Usos de Suelo 137
Gráfico 56. Esquema de la linea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura-Frontera Portuguesa 139
Gráfico 57. Red ferroviaria portuguesa actual y proyectada 142
Gráfico 58. Situación a junio de 2014 de las obras de la línea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura-Frontera Portuguesa 143
Gráfico 59. Esquema de la línea de Alta Velocidad Madrid-Lisboa 147
Gráfico 60. Actuación planificada inicialmente/Grado de Ejecución 149
Gráfico 61. Corredor de alta velocidad extremeño. Situación planificada inicial 150
Gráfico 62. Corredor de alta velocidad extremeño. Situación planificada inicial 151
Gráfico 63. Mejora de tiempos en la línea Madrid-Badajoz. Horizonte 2015. 151
Gráfico 64. Esquema del PITVI. 2012-2024 156
Gráfico 65. Emisiones unitarias de gases efecto invernadero del transporte de mercancías. (2007) 159
Gráfico 66. Consumo energético unitario por modo de transporte de mercancías (MJ/t-km) .. 160
Gráfico 67. Costes externos unitarios por modo de transporte y componente de coste (€/1000 t-km) 160
Gráfico 68. Distribución modal del transporte interior de mercancías en España (% en t, año 2011) 169

Gráfico 69. Distribución modal del transporte interior de mercancías en España (% en t-km, año 2011) 169
Gráfico 70. Distribución del transporte interior según CCAA..... 171
Gráfico 71. Origen y destino por volumen de operaciones..... 173
Gráfico 72. Origen y destino por volumen de mercancías..... 175
Gráfico 73. Intensidad media diaria de camiones entre España y Portugal..... 177
Gráfico 74. Origen y destino de mercancías entre Extremadura y el resto de CCAA..... 184
Gráfico 75. Red básica de mercancías en España..... 190
Gráfico 76. Circulaciones medias de trenes de mercancías en 2009. 191
Gráfico 77. Evolución de la Cuota modal de Transporte Ferroviario de Mercancías. 191
Gráfico 78. Evolución de la Cuota modal de Transporte Ferroviario de Mercancías. 192
Gráfico 79. Transporte de mercancías por modos entre España y Portugal (%)..... 193
Gráfico 80. Mercancías (en miles de t) Transportadas entre Portugal y España, por modo de transporte 194
Gráfico 81. Líneas con prioridad para tráfico de mercancías en ancho ibérico..... 195
Gráfico 82. Áreas industriales en Extremadura 198
Gráfico 83. Viajes (miles) en modo viario entres Extremadura y el resto de España (2007),.. 201
Gráfico 84. Modos principales de viaje de pasajeros en España (2007),..... 202
Gráfico 85. Malla de trenes con horarios del servicio actual 207
Gráfico 86. Circulaciones reales (media semanal). Gerencia de Gestión de Tráfico Centro: General..... 209
Gráfico 87. Situación de la red ferroviaria de Extremadura en el año 1866..... 229
Gráfico 88. Situación de la red ferroviaria de Extremadura en el año 1881..... 230
Gráfico 89. Situación de la red ferroviaria de Extremadura en el año 1884..... 231
Gráfico 90. Situación de la red ferroviaria de Extremadura en el año 1885..... 232
Gráfico 91. Situación de la red ferroviaria de Extremadura en el año 1889..... 233
Gráfico 92. Situación de la red ferroviaria de Extremadura en el año 1896..... 234
Gráfico 93. Mapa de las líneas ferroviarias convencionales de acceso a Extremadura. Octubre 2014 236
Gráfico 94. Gálibos y dimensiones de la plataforma ferroviaria exigidos por ADIF en la construcción de nuevos pasos superiores sobre la vía ferroviaria existente..... 264
Gráfico 95. Sección tipo de plataforma ferroviaria según NAV 0-2-0.0..... 265
Gráfico 96. ETI sobre el perfil de la cabeza del carril en plena vía. 269
Gráfico 97. Detalle de la vía e inclinación del carril en el PK 389/500, cerca de Villanueva de la Serena (Badajoz). 270
Gráfico 98. Categoría de las líneas de la RFIG gestionada por Adif en función de su capacidad de carga. 274
Gráfico 99. Elementos de la curva de transición clotoide..... 275
Gráfico 100. Mapa de velocidades máximas de la red gestionada por Adif..... 279
Gráfico 101. Mapa de velocidades máximas en el Cofemanex, según la declaración de red de Adif 279
Gráfico 102. Tramo extremeño del Cofemanex. Velocidades máximas autorizadas en la línea (km/h) 293
Gráfico 103. Tramo extremeño del Cofemanex. Velocidades máximas posibles por el trazado de la línea (km/h)..... 294
Gráfico 104. Tramo extremeño del Cofemanex. Diferencia entre las velocidades máximas (km/h) que se pueden alcanzar por el trazado en planta y las velocidades máximas reales permitidas en la línea. 295
Gráfico 105. Tramo extremeño del Cofemanex. Radios horizontales en planta (m)..... 296
Gráfico 106. Tramo extremeño del Cofemanex. Diagrama de peraltes (mm)..... 297
Gráfico 107. Esquema de un acuerdo parabólico convexo 305
Gráfico 108. Esquema de un acuerdo parabólico convexo 305
Gráfico 109. Mapa de rampas características de la red ferroviaria gestionada por Adif. .. 306
Gráfico 110. Rampas características en el Cofemanex, según la declaración de Red de Adif. 307
Gráfico 111. Diferencia entre las velocidades máximas que se pueden alcanzar por el trazado en alzado y las velocidades máximas reales permitidas en el Cofemanex..... 312
Gráfico 112. Desniveles en el tramo extremeño del Cofemanex 313

Gráfico 113. Radios verticales empleados en las parábolas de transición en el tramo extremeño del Cofemanex. 314
Gráfico 114. Gálibo de cargamento en ancho ibérico (1.668 mm). GEH16 318
Gráfico 115. Gálibo GHE16. Cotas en mm. El 1 marca la cota superior del carril. 320
Gráfico 116. Gálibo GEA16. Cotas en mm. El 1 marca la cota superior del carril..... 321
Gráfico 117. Gálibo GEB16. Cotas en mm. El 1 marca la cota superior del carril..... 321
Gráfico 118. Gálibo GEC16. Cotas en mm. El 1 marca la cota superior del carril. 322
Gráfico 119. Partes bajas. Todos los gálibos normados en ancho convencional. Cotas en mm. El 1 marca la cota superior del carril 322
Gráfico 120. Gálibos verticales mínimos en las estructuras extremeñas del Cofemanex. 337
Gráfico 121. Gálibos horizontales mínimos en las estructuras extremeñas del Cofemanex.... 338
Gráfico 122. Estado de conservación de las estructuras extremeñas del Cofemanex. 339
Gráfico 123. Esquema de la traviesa polivalente PR-01. 357
Gráfico 124. Desvío recto tipo C de Mercoguadiana en Don Benito. (Badajoz) 377
Gráfico 125. Esquema de un desvío simple. 378
Gráfico 126. Partes de un cruzamiento simple. 378
Gráfico 127. Estado de la superestructura en el Cofemanex 387
Gráfico 128. Velocidades máximas y estado de la superestructura del Cofemanex. 388
Gráfico 129. Mapa de distancias kilométricas en la RFIG de Adif. Diciembre de 2013 392
Gráfico 130. Mapa de distancias kilométricas en la RFIG de Adif ampliado en el Cofemanex. 392
Gráfico 131. Mapa de las principales estaciones de viajeros de la RFIG de Adif. 393
Gráfico 132. Principales estaciones de viajeros en la RFIG de Adif, ampliado en la zona del Cofemanex. 394
Gráfico 133. Principales 395
Gráfico 134. Instalaciones principales de mercancías en la RFIG de Adif, ampliado en la zona del Cofemanex .Actualizado a diciembre 2013 396
Gráfico 135. Esquema de la estación de Puertollano. Ciudad Real. 399
Gráfico 136. Evolución y esquema de la estación de la Nava de Puertollano. Ciudad Real.... 400
Gráfico 137. Evolución y esquema de la estación de Brazatortas-Veredas. Ciudad Real. 401
Gráfico 138. Evolución y esquema de la estación de Caracollera. Ciudad Real 402
Gráfico 139. Evolución y esquema de la estación de Almadenejos. 403
Gráfico 140. Esquema de la estación del Alamillo. Ciudad Real. 404
Gráfico 141. Evolución y esquema de la estación de Chillón 405
Gráfico 142. Evolución y esquema de la estación del Guadálmez-Los Pedroches. Ciudad Real. 406
Gráfico 143. Evolución y esquema de la estación de Belalcázar. Córdoba. 407
Gráfico 144. Esquema del apeadero de Las Cabras. Badajoz. 408
Gráfico 145. Esquema de la estación de Cabeza del Buey. Badajoz. 410
Gráfico 146. Esquema de señalización y vías de la estación de Cabeza del Buey. PK 325/300. Badajoz 410
Gráfico 147. Esquema de la estación de Almorchón. PK 331/739. Badajoz 411
Gráfico 148. Evolución y esquema de la estación de Almorchón. Badajoz. 412
Gráfico 149. Evolución y esquema de la estación del Quintillo 413
Gráfico 150. Evolución y esquema de la estación de Castuera. Badajoz. 414
Gráfico 151. Esquema de la estación de Quintana de la Serena. Badajoz 415
Gráfico 152. Evolución y esquema de la estación de Campanario. Badajoz 416
Gráfico 153. Evolución y esquema de la estación de Magacela. Badajoz 417
Gráfico 154. Evolución y esquema de la estación de Villanueva de la Serena. Badajoz. 418
Gráfico 155. Esquema de la estación de Villanueva de la Serena. PK 394/104. Badajoz 419
Gráfico 156. Evolución y esquema de la estación de Don Benito. Badajoz. 421
Gráfico 157. Esquema de la estación de Don Benito. PK 400/249. Badajoz 421
Gráfico 158. Evolución y esquema de la estación de Medellín. 423
Gráfico 159. Evolución y esquema de la estación de Valdetorres. Badajoz. 424
Gráfico 160. Esquema de la estación de Guareña. PK 424/920. Badajoz 425
Gráfico 161. Evolución y esquema de la estación de Guareña. Badajoz 425
Gráfico 162. Evoluación y esquema de la estación de Villagonzalo. Badajoz. 427
Gráfico 163. Evolución y esquema de la estación de D.Alvaro. Badajoz 428
Gráfico 164. Esquema de la estación de Mérida. PK 453/038. Badajoz 430

Gráfico 165. Evolución y esquema de la estación de Mérida. Badajoz. 430
Gráfico 166. Situación actual de la disposición de vías de la estación de Mérida. 431
Gráfico 167. Evolución y esquema de la estación de Aljucén. Badajoz 432
Gráfico 168. Evolución y esquema de la estación de La Garrovilla. 433
Gráfico 169. Esquema de la estación de Torremayor. Badajoz. 434
Gráfico 170. Evolución y esquema de la estación de Montijo. Badajoz. 435
Gráfico 171. Esquema desde 2006 de la estación de Montijo. Badajoz. 436
Gráfico 172. Esquema de la estación de Guadiana. 438
Gráfico 173. Esquema de la estación de Talavera La Real (actualmente El Fresnal). Badajoz. 438
Gráfico 174. Esquema señalización de la estación de Gévora. PK 505/620. Badajoz 440
Gráfico 175. Esquema señalización de la estación de Badajoz. PK 512/287 441
Gráfico 176. Evolución y esquema de la estación de Badajoz. 442
Gráfico 177. Infraestructuras ferroviarias de titularidad privada en la RFIG de Adif. Apartaderos. 444
Gráfico 178. Infraestructuras ferroviarias de titularidad privada en la RFIG de Adif, ampliado en el Cofemanex. Apartaderos. 445
Gráfico 179. Longitud máxima de los trenes de viajeros de la RFIG de Adif. 446
Gráfico 180. Longitud máxima de los trenes de viajeros de la RFIG de Adif, ampliado en el Cofemanex. 447
Gráfico 181. Longitud máxima de los trenes de mercancías en la RFIG de Adif. 448
Gráfico 182. Longitud máxima de los trenes de mercancías en la RFIG de Adif, ampliado en el Cofemanex. 449
Gráfico 183. Estaciones, apeaderos y distancias kilométricas en el Cofemanex. 451
Gráfico 184. Plan de optimización y mejora en el Cofemanex. 453
Gráfico 185. Tipo de señales de parada 499
Gráfico 186. Indicadores de posición de agujas 503
Gráfico 187. Cartelones 505
Gráfico 188. Indicadores de desnivel 507
Gráfico 189. Postes kilométricos y hectométricos 507
Gráfico 190. Preanuncio de velocidad limitada 509
Gráfico 191. Anuncio de velocidad limitada 509
Gráfico 192. Velocidad limitada 511
Gráfico 193. Fin de velocidad limitada 511
Gráfico 194. Limitación temporal de velocidad para distintos tipos de trenes. M: mercancías, V: viajeros. C: convencional y locomotoras, A: Automotores. 513
Gráfico 195. Señalización de aviso y limitación de velocidad para vehículos tipo N, A y B respectivamente. 514
Gráfico 196. Funcionamiento semafórico de un bloqueo automático BAU 520
Gráfico 197. Bloqueos en la RFIG de Adif. 521
Gráfico 198. Bloqueos en la RFIG de Adif. Ampliación en el Cofemanex. 521
Gráfico 199. Tipos de bloqueo y protección en el Cofemanex 522
Gráfico 200. Instalaciones de seguridad en la RFIG de Adif. 526
Gráfico 201. . Instalaciones de seguridad en la RFIG de Adif, ampliado al Cofemanex. 527
Gráfico 202. Instalaciones de Seguridad y tipo de Bloqueos en el Cofemanex. 529
Gráfico 203. Principales elementos en la catenaria CA-160 538
Gráfico 204. Principales elementos en la catenaria CA-220 539
Gráfico 205. Cantón de un sistema 1x3.000 Vcc 546
Gráfico 206. Electrificación de la RFIG de Adif. 547
Gráfico 207. Electrificación de la RFIG de Adif, ampliado en el Cofemanex. 548
Gráfico 208. Mapa de situación de las centrales hidroeléctricas de producción en régimen ordinario en Extremadura. 550
Gráfico 209. Participación de la energía fotovoltaica en la demanda eléctrica por comunidades (%) 2011 551
Gráfico 210. Potencia instalada acumulada con energía solar fotovoltaica por comunidades (MW) 2011 551
Gráfico 211. Mapa de situación de las centrales fotovoltaicas en Extremadura. 552
Gráfico 212. Participación de la energía termosolar en la demanda eléctrica 553
Gráfico 213. Potencia instalada de energía termosolar (MW) por comunidades. Año 2011 553

Gráfico 214. Mapa de situación de las centrales termosolares en Extremadura..... 554
Gráfico 215. Mapa de ubicación de los parques eólicos..... 556
Gráfico 216. Mapa de la red de carreteras de Extremadura..... 559
Gráfico 217. Red ferroviaria convencional en Extremadura. Estado de la superestructura. 560
Gráfico 218. Red ferroviaria convencional en Extremadura. Estado de la Infraestructura..... 561
Gráfico 219. Red ferroviaria convencional en Extremadura. Sistemas de seguridad y bloqueo. 562
Gráfico 220. Mapa de areropuertos y aeródromos de Extremadura 563
Gráfico 221. Red de centros de transporte de Extremadura 564
Gráfico 222. Situación a junio de 2014 de las obras de la línea de Alta Velocidad Madrid-Extremadura-Frontera Portuguesa..... 565
Gráfico 223. Planificación autonómica relacionada con el transporte y la logística en Extremadura 566
Gráfico 224. Evolución de las exportaciones extremeñas. 2008-2012..... 567
Gráfico 225. Comparativa del crecimiento interanual de las exportaciones españolas y las extremeñas. 568
Gráfico 226. Desglose de las exportaciones en Extremadura y los sectores económicos. (Año 2012)..... 570
Gráfico 227. Principales clientes de los productos extremeños. (Año 2012)..... 571
Gráfico 228. Propuestas de actuación para la mejora de la logística del transporte en Extremadura. Propuestas de actuación en infraestructuras. 574
Gráfico 229, Plano de situación de la primera etapa del PIR. "Plataforma Logística del Suroeste Europeo, 1ª Fase en Badajoz" 578
Gráfico 230. Zonificación de la 1ª Fase de la Plataforma Logística del Suroeste Europeo. Proyecto primitivo del SEPES. 579
Gráfico 231. Zonificación de la fase 1 de la Plataforma Logística del Suroeste europeo. Sombreada la actuación correspondiente a la 1ª etapa. 579
Gráfico 232. Esquema propuesto por el Estudio Funcional para la Terminal Ferroviaria de Badajoz..... 582
Gráfico 233. Esquema propuesto para la Terminal Ferroviaria de Badajoz 585
Gráfico 234. Ubicación de expacionavalmoral y expaciomérida..... 586
Gráfico 235. Planta del Expaciomérida 587
Gráfico 236. Propuesta de Terminal Ferroviaria de la Plataforma Logística Expaciomérida del Estudio Funcional 590
Gráfico 237. Esquema propuesto para la Terminal Ferroviaria de Expaciomérida. 594
Gráfico 238. Principales provincias de origen de mercancías captables en vagón convencional. Ámbito nacional. 602
Gráfico 239. Principales provincias de destino de mercancías captables en vagón convencional. Ámbito nacional. 603
Gráfico 240. Flujos de mercancías captables en vagón convencional. Ambito nacional. 604
Gráfico 241. Cuota actual de ferrocarril en el transporte intermodal por distancia. 606
Gráfico 242. Principales provincias de origen/destino de mercancías captables por el ferrocarril. Transporte intermodal, ámbito nacional 607
Gráfico 243. Flujos de mercancías potencialmente captables por el ferrocarril. Transporte intermodal, ámbito nacional..... 608
Gráfico 244. Escenarios de captación previstos en 2020 por el P.E.I.T.F.M.E 609
Gráfico 245. Estimación de la evolución del tráfico ferroviario de mercancías en España (miles t)..... 610
Gráfico 246. Volumen de contenedores movidos en el Puerto de Sines y su previsión futura. 611
Gráfico 247. Escenarios básicos de transferencia modal entre la carretera y el ferrocarril y/o la cadena intermodal de transporte terrestre (carretera/ferrocarril) 614
Gráfico 248 Síntesis de escenarios de demanda 621
Gráfico 249. Indicadores Socio-económicos..... 622
Gráfico 250. Niveles de saturación de las líneas RFIG. 629
Gráfico 251. Nivel de saturación de las líneas RFIG de Adif, ampliado en el Cofemanex. 630
Gráfico 252. Malla de trenes en el Cofemanex. Lunes a viernes. Desde las 0:00 h las 12:00 h..... 651
Gráfico 253. Malla de trenes en el Cofemanex. Lunes a viernes. Desde las 12:00 h hasta las 24:00 h..... 652
Gráfico 254. Malla de trenes en el Cofemanex. Sábados. Desde las 0:00 h las 12:00 h..... 653

Gráfico 255. Malla de trenes en el Cofemanex. Sábados. Desde las 12:00 h hasta las 24:00 h..... 654
Gráfico 256. Malla de trenes en el Cofemanex. Domingos. Desde las 0:00 h las 12:00 h 655
Gráfico 257. Malla de trenes en el Cofemanex. Domingos. Desde las 12:00 h hasta las 24:00 h..... 656
Gráfico 258. Metodología de Evaluación de Impacto Socioeconómico..... 684
Gráfico 259. Inputs-Outputs del Modelo económico de Impacto..... 687
Gráfico 260. Impacto de las inversiones en la Producción (2014-2021). 703
Gráfico 261. Impacto de las inversiones sobre el VAB (2014-2021). 704
Gráfico 262. Impacto de las inversiones sobre el Empleo (2014-2021) 705
Gráfico 263. Generación adicional de empleo sobre Escenario básico de referencia 2014-2021. 706
Gráfico 264. Metodología seguida para el cálculo de emisiones de CO_2..... 718
Gráfico 265. Consumo de energía en trenes eléctricos (correlación Ecotransit). 730
Gráfico 266. Consumo de energía en trenes diesel (correlación Ecotransit). 732
Gráfico 267. Origen de la electricidad por fuentes primarias en España (2014). 737
Gráfico 268. Evolución reciente del precio de los derechos de emisión (€/t CO_2). 746
Gráfico 269. Evolución previsional del precio de los derechos de emisión (€/t CO_2). 747

14.4.- ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coste de construcción de la línea Ciudad Real-Badajoz. Año 1866 25
Tabla 2. Fechas de apertura de los distintos tramos de la línea ferroviaria Ciudad Real-Badajoz 27
Tabla 3. Estaciones en la línea Ciudad Real a Badajoz. Año 1880 30
Tabla 4. Valoración presupuestaria de las actuaciones previstas en el convenio Adif-Junta de Extremadura. Años 2004-2008. 53
Tabla 5 .Costes del convenio entre la Junta de Extremadura y Renfe Operadora. Periodo 2005-2009. 57
Tabla 6. Plan de Optimización. Mejora de los tiempos de viaje 81
Tabla 7. Proyectos clave necesarios para la construcción del corredor Atlántico..... 118
Tabla 8. Proyectos clave necesarios para la construcción del corredor Mediterráneo 119
Tabla 9. Proyectos necesarios para la construcción de los corredores Mediterráneo y Atlántico, fuera de sus fronteras 121
Tabla 10. Longitudes, anchos de vía y electrificación de los distintos tramos del Corredor Central..... 144
Tabla 11. Longitudes, anchos de vía y electrificación del tramo Algeciras-Manzanares 146
Tabla 12. Longitudes, anchos de vía y electrificación del tramo Madrid-Frontera francesa 146
Tabla 13. Inversiones en la línea de alta velocidad extremeña. Horizonte 2015. 152
Tabla 14. Estimación de inversiones del programa de actuación inversora..... 168
Tabla 15. Operaciones de transporte según tipo de desplazamiento por CCAA 172
Tabla 16. Toneladas transportadas según tipo de desplazamiento por CCAA..... 174
Tabla 17. Toneladas-kilómetro producidas según tipo de desplazamiento por CCAA 176
Tabla 18. Operaciones de transporte de mercancías (operaciones) con carga según tipo de desplazamiento en Extremadura (2013). 178
Tabla 19. Operaciones de transporte de mercancías (operaciones) en vacío según tipo de desplazamiento en Extremadura (2013). 178
Tabla 20. Cantidades de mercancías transportadas por carretera (miles t) según tipo de desplazamiento en Extremadura (2013). 178
Tabla 21. Operaciones de transporte de mercancías por carretera desde Extremadura hasta las Comunidades Autónomas (2013). 179
Tabla 22. Operaciones de transporte de mercancías por carretera hasta Extremadura desde las Comunidades Autónomas (2013). 179
Tabla 23. Cantidades transportadas de mercancías por carretera (miles t) desde Extremadura hasta las Comunidades Autónomas (2013). 180
Tabla 24. Cantidades transportadas de mercancías (miles t) hasta Extremadura desde las Comunidades Autónomas (2013). 181
Tabla 25. Cantidades de mercancías y distancias transportadas (millones de t·km) desde Extremadura hasta las Comunidades Autónomas (2013). 181

Tabla 26. Cantidades de mercancías y distancias transportadas (millones de t·km) hasta Extremadura desde las Comunidades Autónomas (2013). 182
Tabla 27. Cantidades de mercancías transportadas (miles de t), según tipo de desplazamiento, con origen o destino en Extremadura. 183
Tabla 28. Mercancías totales (miles de t) movidas por carretera en Extremadura. Año 2013. 183
Tabla 29. Exportaciones de conservas de tomate (t) en 2012 desde Extremadura. 185
Tabla 30. Exportaciones de aceite (t) en 2012 desde Extremadura. 186
Tabla 31. Exportaciones de aceitunas preparadas (t) en 2012 desde Extremadura. 186
Tabla 32. Exportaciones de vino (t) en 2012 desde Extremadura. 187
Tabla 33. Parque de camiones y furgonetas (ud.) por tipos de combustible en España. 187
Tabla 34. Antigüedad del parque de camiones (ud.) por carga útil en España. 188
Tabla 35. Reparto modal de los fijos de mercancías 194
Tabla 36. Modos de Transporte para la exportación 196
Tabla 37. Viajes (miles) de pasajeros, por distancias, desde la provincia de Badajoz. 200
Tabla 38. Turismos (ud.) en España ordenados por tipos de combustible. 203
Tabla 39. Autobuses (ud.) en España ordenados por tipos de combustible. 203
Tabla 40. Antigüedad del parque de turismos y autobuses en España. 204
Tabla 41. Evolución Circulaciones Reales. Periodo: Enero - Diciembre 2010. Gerencia de Gestión de Tráfico Centro 209
Tabla 42. Circulaciones reales por Operadores (media semanal). Periodo: Enero - Diciembre 2010. Gerencia de Gestión de Tráfico Centro. 210
Tabla 43. Eficiencia de los servicios de media distancia interregionales en el Cofemanex. 215
Tabla 44. Eficiencia de los servicios de media distancia regionales en el Cofemanex. 215
Tabla 45. Ingresos, gatos, déficit y cobertura de los servicios interregionales del Cofemanex 216
Tabla 46. Ingresos, gatos, déficit y cobertura de los servicios interregionales del Cofemanex 217
Tabla 47. Análisis multicriterio de los servicios interregionales del Cofemanex 218
Tabla 48. Análisis multicriterio de los servicios regionales del Cofemanex 218
Tabla 49. . Cuadro de inversiones en la plataforma de la línea de alta velocidad Madrid-Extremadura 223
Tabla 50. Categorías de línea ETI del subsistema de infraestructura del sistema ferroviario convencional 262
Tabla 51. Parámetros característicos para las categorías de línea ETI. 262
Tabla 52. Distancia entre ejes y anchura de plataforma para renovaciones y rehabilitaciones de vía según NAV 0-2-0.0 266
Tabla 53. Carga por eje y carga lineal de las líneas pertenecientes a la RFIG de Adif 273
Tabla 54. Resumen de parámetros de trazado en planta. Tramo extremeño del Cofemanex. 275
Tabla 55 Cuadro de velocidades máximas línea 520 Ciudad Real-Badajoz. Gobex 280
Tabla 56. Tipo de vehículo y aceleración lateral no compensada permitida 281
Tabla 57. Tipo de vehículo y velocidades máximas en curva 286
Tabla 58. Relación entre las velocidades máximas y radios de curvatura mínimos. Vehículo tipo N 286
Tabla 59. Criterio de colores seguido para indicar las velocidades máximas 288
Tabla 60. Resumen de parámetros de trazado en alzado. Tramo extremeño del Cofemanex 304
Tabla 61. Relación entre la carga máxima (t) y la rampa característica (‰) para los distintos tipos de locomotora de mercancías. 308
Tabla 62. Criterio de colores seguido para indicar las velocidades máximas 310
Tabla 63. Vías de nueva construcción. Cuadro de gálibos cinemáticos para los distintos anchos de vía de la RFIG 319
Tabla 64. Vías existentes. Cuadro de gálibos cinemáticos para los distintos anchos de vía de la RFIG 319
Tabla 65. Características de los distintos tipos de traviesa del Cofemanex. 351
Tabla 66. Características de la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG) gestionada por Adif 391
Tabla 67. Instalaciones logísticas principales de mercancías en la RFIG de Adif. 397
Tabla 68. Distribución de estaciones y apeaderos en el Cofemanex. 398
Tabla 69. Infraestructuras ferroviarias de titularidad privada en el Cofemanex. Apartaderos .. 446
Tabla 70. Estaciones que disponen de parada de tren y vías de cruce para adelantamiento y estacionamiento de trenes. 450
Tabla 71. Relación de trenes de viajeros en el Cofemanex, con origen en Badajoz o Mérida 455

Tabla 72. Relación de trenes de viajeros en el Cofemanex, con destino Badajoz..... 455
Tabla 73. Resumen características del R-598..... 456
Tabla 74. Resumen características del S-599..... 465
Tabla 75. Resumen de las características de la locomotora diésel 333..... 472
Tabla 76. Esfuerzo de tracción de la serie 333 de Renfe (2.550 CV, Co'Co')..... 475
Tabla 77. Comparativa de las locomotoras 333 y 333.3 de las cargas máximas remolcables en función de la rampa característica..... 476
Tabla 78. Características técnicas de los vagones tolva TT5 de Renfe..... 480
Tabla 79. Características técnicas de los vagones TT8 de Renfe..... 481
Tabla 80. Características técnicas de las tolvas tipo TT4 para el transporte de carbón..... 483
Tabla 81. Características técnicas del vagón abierto X7 de Renfe..... 485
Tabla 82. Características técnicas de los vagones cisterna tipo RR-92 de Renfe..... 489
Tabla 83. Características técnicas de los vagones MMMC1 de Renfe..... 491
Tabla 84. Pasos a nivel en el Cofemanex..... 533
Tabla 85. Producción de energía eléctrica en la Comunidad de Extremadura (GWh)..... 549
Tabla 86. Evolución de la producción regional de energía hidráulica en Extremadura..... 550
Tabla 87. Datos globales de importación de Extremadura según los sectores establecidos en el ICEX. Periodo 2010-2012..... 569
Tabla 88. Características de las locomotoras de mercancías más usadas en la actualidad..... 596
Tabla 89. Características de los vagones que circulan en la actualidad por la línea férrea entre Badajoz y Puertollano (I)..... 597
Tabla 90. Características de los vagones que circulan en la actualidad por la línea férrea entre Badajoz y Puertollano (II)..... 597
Tabla 91. Características de otros vagones que podrían circular por la línea férrea Badajoz – Puertollano una vez adaptada..... 598
Tabla 92. Carga actual Origen/Destino Extremadura en el Cofemanex..... 599
Tabla 93. Tráficos de Renfe Operadora..... 602
Tabla 94. Captación potencial de tráficos de la carretera por el ferrocarril. Vagón convencional. Ambito nacional..... 604
Tabla 95. Estimación de la cuota actual del ferrocarril en transporte intermodal..... 605
Tabla 96. Captación potencial de tráfico intermodal nacional. Vagón intermodal..... 609
Tabla 97. Previsiones de transporte de mercancías por ferrocarril en España en 2020 según el P.E.I.T.F.M.E..... 609
Tabla 98. Nº Operaciones de transporte según clases de mercancía transportada por Comunidades Autónomas y tipo de desplazamiento..... 615
Tabla 99. Toneladas según clases de mercancía transportada por Comunidades Autónomas y tipo de desplazamiento (Miles de tn)..... 616
Tabla 100. Cantidades de mercancías transportadas por carretera (miles t) según tipo de desplazamiento en Extremadura (2013)..... 618
Tabla 101. Prognosis de la demanda del Cofemanex (2017-2021)..... 623
Tabla 102. Distribución modal de la Prognosis de Demanda. Año 2019..... 623
Tabla 103. Ficha del Manual de Capacidad de Adif. Tramo Puertollano-Almorchón..... 634
Tabla 104. Ficha del Manual de Capacidad de Adif. Tramo Almorchón-Mérida..... 635
Tabla 105. Ficha del Manual de Capacidad de Adif. Tramo Mérida-Aljucén..... 636
Tabla 106. Ficha del Manual de Capacidad de Adif. Tramo Aljucén-Badajoz..... 637
Tabla 107. Trenes de pasajeros en la línea Badajoz-Puertollano (ida)..... 639
Tabla 108. Trenes de pasajeros en la línea Badajoz – Puertollano (vuelta)..... 640
Tabla 109. Horarios Intercity 18331..... 642
Tabla 110. Horarios Intercity 17197..... 642
Tabla 111. Horarios Regional Expres 17801..... 643
Fuente: Javier RubioTabla 112. Horarios Regional Expres 18777..... 643
Tabla 113. Horarios Intercity 17025..... 644
Tabla 114. Horarios Regional Expres 17803..... 645
Tabla 115. Horarios Regional Expres 17805..... 645
Tabla 116. Horarios Regional Expres 17806..... 646
Tabla 117. Horarios Regional Expres 17812..... 646
Tabla 118. Horarios Regional Expres 17014..... 647
Tabla 119. Horarios Regional Expres 17810..... 647
Tabla 120. Horarios Regional Expres 18770..... 648

Tabla 121. Horarios Intercity 17194 648
Tabla 122. Horarios Intercity 18330 649
Tabla 123. Coste de la mejora de la superestructura en el Cofemanex 671
Tabla 124. Coste de la actuación provisional para la sustitución de traviesas de madera y carril de 45 kg/m por traviesas bibloque y carril UIC-54 reciclados. 672
Tabla 125. Programa de inversiones en el Cofemanex. 1ª Fase. Periodo 2014-2016 674
Tabla 126. Programa de inversiones en el Cofemanex. 2ª Fase. Periodo 2017-2021 675
Tabla 127. Programa de inversiones global del Cofemanex. Período 2014-2021 676
Tabla 128. Programa de inversiones en el Cofemanex. 1ª Fase. Periodo 2014-2016 688
Tabla 129. Asignación del gasto de inversión por sector productivo 689
Tabla 130. Distribución anual de la inversión por sectores de impacto en la economía regional 689
Tabla 131. Monetización de la demanda de transporte de mercancías. Extremadura (2017-2021) 691
Tabla 132. Distribución anual de la facturación por sectores de actividad (2017-2021) 692
Tabla 133. Escenario básico 2008-2013 694
Tabla 134. Escenario básico 2014-2021 694
Tabla 135. Sectores incluidos en la TIO reducida 695
Tabla 136. Matriz de consumos intermedios por sectores. 697
Tabla 137. Estimación de los tipos impositivos. 699
Tabla 138. Impacto socioeconómico. Inputs base del modelo 700
Tabla 139. Impacto socioeconómico. Escenario de referencia. 701
Tabla 140. Impacto en términos absolutos de las inversiones (2014-2021) 701
Tabla 141. Impacto en términos relativos de las inversiones (2014-2021) 702
Tabla 142. Transporte de mercancías (nº de operaciones en carga) según tipo de desplazamiento en Extremadura (2013). 719
Tabla 143. Transporte de mercancías (nº de operaciones en vacío) según tipo de desplazamiento en Extremadura (2013). 720
Tabla 144. Cantidades de mercancías transportadas por carretera (miles t) según tipo de desplazamiento en Extremadura (2013). 720
Tabla 145. Prognosis sobre transporte de mercancías (t) en el Cofemanex. Años 2017-2021. 724
Tabla 146. Factores de emisión por tipo de recorrido y vehículo, modo viario (g CO_2/km). 726
Tabla 147. Factores de emisión del camión tipo (g CO_2/km). 727
Tabla 148. Factores de emisión (kg CO2/tn·km) para trenes diesel 333 y perfil suave. 728
Tabla 149. Factores de emisión (kg CO2/tn·km) para trenes eléctricos 250 y perfil suave. 729
Tabla 150. Factores de emisión (g CO2/kg diesel) para operadores ferroviarios europeos. 732
Tabla 151. Factor de emisión para composiciones ferroviarias actuales. Tren carbonero Puertollano-Almorchón. 733
Tabla 152. Factor de emisión para composiciones ferroviarias actuales. Tren de amoniaco. Puertollano-Lisboa. 733
Tabla 153. Factor de emisión para composiciones ferroviarias actuales. Tren de coque Puertollano-Alconera. 734
Tabla 154. Factor de emisión para composiciones ferroviarias actuales. Tren de cereal D.Benito-Portugal 734
Tabla 155. Factor de emisión para composiciones ferroviarias actuales. Tren chatarrero Puertollano-Mérida-Zafra. 735
Tabla 156. Factor de emisión para composiciones ferroviarias actuales. Intermodal Mérida-Badajoz-Portugal 735
Tabla 157. Factores de emisión por tipo de mercancía en trenes eléctricos en España (g CO_2/tn·km). 736
Tabla 158. Factores de emisión por tipo de mercancía en trenes diesel en España (g CO_2/tn·km). 736
Tabla 159. Emisiones actuales de CO_2 en la línea Badajoz-Puertollano. 739
Tabla 160. Desplazamiento medio ponderado (km) de las mercancías transportadas actualmente en modo viario que se transferirán a la línea de ferrocarril Badajoz – Puertollano. 740
Tabla 161. Factores de emisión para las composiciones ferroviarias previsionales. 741
Tabla 162. Ahorro de emisiones en el Cofemanex con tracción diésel. 743

Tabla 163.Ahorro de emisiones en el Cofemanex con tracción eléctrica. 744
Tabla 164. Valoración del ahorro de emisiones de CO_2 con tracción diesel. 748
Tabla 165. Valoración del ahorro de emisiones de CO_2 con tracción eléctrica. 749

14.5.- ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Formulación de la curva de transición clotoide 276
Ecuación 2. Diferencial de longitud de clotoide en función de su radio de curvatura y ángulo de su tangente con la horizontal 276
Ecuación 3. Valor del diferencial del ángulo de la tangente con la horizontal de cualquier punto de una clotoide 276
Ecuación 4. Valor del ángulo de la tangente con la horizontal en un punto cualquiera de una clotoide 276
Ecuación 5. Valor del ángulo de la tangente con la horizontal en el punto de la clotoide coincidente con la curva circular. 277
Ecuación 6. Valor de la aceleración centrífuga y el peralte teórico 282
Ecuación 7. Valor de la aceleración centrífuga y el peralte práctico 283
Ecuación 8. Insuficiencia de peralte 284
Ecuación 9. Relación entre la aceleración centrífuga sin compensar y la insuficiencia de peralte 284
Ecuación 10. Insuficiencia de peralte en la red ferroviaria convencional española 284
Ecuación 11. Insuficiencia de peralte 285
Ecuación 12. Valor de la velocidad máxima en curvas. V m/s 285
Ecuación 13. Valor de la velocidad máxima en curvas. Ancho convencional y V km/h 285
Ecuación 14. Cálculo de la velocidad máxima por tipo de vehículo y radio de curvatura. NAV 0-2-0.0 286
Ecuación 15. Formulación del acuerdo parabólico 305
Ecuación 16. Aceleración centrífuga vertical máxima 309
Ecuación 17. Velocidad máxima en transición de rasantes 309
Ecuación 18. Masa de carril necesaria en función del tráfico, la velocidad de circulación y la carga máxima por eje. 365
Ecuación 19. Modelo de Leontief 684
Ecuación 20. Cálculo de los efectos directos. 696
Ecuación 21. Cálculo de los efectos Indirectos 696
Ecuación 22. Efectos indirectos. Cálculo de la demanda inicial (vector de impacto) 697
Ecuación 23. Efectos indirectos. Vector de impacto en función de la facturación por actividad 697
Ecuación 24. Efectos indirectos. Vector de impacto final 697
Ecuación 25. Efectos indirectos. Cálculo del VAB y empleo. 697
Ecuación 26. Efectos indirectos. Coeficientes de empleo. 698
Ecuación 27. Efectos indirectos.Rentas salariales y salarios medios. 698
Ecuación 28. Efectos inducidos. 699
Ecuación 29. Cáluclo del vector de impacto inducido. 699
Ecuación 30. Consumo de energía en trenes eléctricos (Wh/tb·km) por terreno llano según Ecotransit. 730
Ecuación 31. Consumo de energía en trenes eléctricos (Wh/tb·km) por terreno accidentado según Ecotransit. 730
Ecuación 32. Consumo de energía en trenes eléctricos (Wh/tb·km) por terreno montañoso según Ecotransit. 730
Ecuación 33. Consumo de energía en trenes diesel (g diesel/tb·km) por terreno llano según Ecotransit. 731
Ecuación 34. Consumo de energía en trenes diesel (g diesel/tb·km) por terreno accidentado según Ecotransit. 731
Ecuación 35. Consumo de energía en trenes diesel (g diesel/tb·km) por terreno montañoso según Ecotransit. 731

FUNDACIÓN DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES