

MECÁNICA

JUNIO

2011



ESTUDIO TÉCNICO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR FERROCARRIL



REALIZACION:
FRANCISCO PALANCA
GASTESI

DIRECCIÓN:
LUIS LEZAÚN MARTÍNEZ DE
UBAGO



Universidad
Zaragoza



ÍNDICE

1 – INTRODUCCIÓN	3
1.1 TÍTULO	4
1.2 INTRODUCCIÓN	4
1.3 OBJETO DEL PROYECTO	4
1.4 FIRMANTE	4
1.5 AGRADECIMIENTOS	5
2 - HISTORIA DEL FERROCARRIL	6
2.1 HISTORIA DEL FERROCARRIL	7
2.2 EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN FERROCARRIL	11
2.3 EL FERROCARRIL EN LA ÉPOCA FRANQUISTA	14
2.4 LA COMPETENCIA DE LA CARRETERA	17
2.5 DISTINTOS TRENES DE MERCANCIAS	20
2.6 LA FLOTA DE MERCANCIAS DE RENFE	25
3 - DE LAS ESTACIONES DE CLASIFICACIÓN A LAS PLATAFORMAS LOGÍSTICAS	28
3.1 ESTACIONES DE FERROCARRIL DESDE 1934 EN ADELANTE	29
3.2 UNA NUEVA VÍA DE FUTURO: LA LOGÍSTICA	34
4 - SITUACION ACTUAL DEL TRANSPORTE DE MERCANCIAS EN ESPAÑA	42
4.1- SITUACIÓN ACTUAL DEL TRANSPORTE DE MERCANCIAS POR FERROCARRIL EN ESPAÑA	43
4.2- COMPARACIÓN CON OTROS PAISES	48
4.3 CAUSAS DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN ESPAÑA	56
5 – PROPUESTAS DE MEJORA	58
5.1- “RECETAS” IMPRESCINDIBLES PARA MEJORAR EL SERVICIO FERROVIARIO	59
6 – ESTUDIO PRÁCTICO	68
6.1- ESTUDIO DETALLADO PARA UN TREN DE 450 METROS	69
6.2- ESTUDIO DETALLADO PARA UN TREN DE 750 METROS	80
7 – BIBLIOGRAFÍA Y CONCLUSIÓN	89
7.1- BIBLIOGRAFÍA	90
7.2- CONCLUSIÓN	94



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN



1.1- TÍTULO

“ESTUDIO TÉCNICO PARA MEJORARLA CAPACIDAD DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR FERROCARRIL”

1.2- INTRODUCCIÓN

El presente proyecto analiza el transporte de mercancías por ferrocarril a lo largo de la historia de España. Se hace un recorrido desde el Siglo XIX hasta la situación actual y se comenta el porqué del escaso transporte de mercancías por ferrocarril en nuestro país comparándolo con la situación de otros países de la unión europea y viendo si su principal competidor, la carretera, tiene algo que ver...

Se trata también el plan de impulso del transporte de mercancías por ferrocarril por parte del gobierno y unas nuevas “vías de futuro” en pleno desarrollo, como lo son por ejemplo, las plataformas logísticas y los puertos marítimos, en el que gracias a ello y una serie de propuestas de mejora, se pueden llegar a hacer frente a la pésima situación española en cuanto a transporte de mercancías por ferrocarril se refiere.

1.3- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto se basa en el análisis y la compresión de la situación del transporte de mercancías por ferrocarril, desde la época franquista hasta la actualidad.

1.4- FIRMANTE

La finalización de este proyecto ha tenido lugar en Zaragoza a día 11 de Mayo de 2011.

Firmante:

❖ Francisco Palanca Gastesi



1.5- AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer el esfuerzo y tiempo dedicado de aquellas personas que han hecho este proyecto posible.

A Luis Lezaun, por su gran colaboración y sus útiles consejos que en todo momento me ha brindado gracias a su disponibilidad, consiguiendo que mi motivación por este proyecto sea total.

A mis compañeros, con los hemos compartido muchos momentos y que sin ellos hubiera sido más difícil llegar hasta aquí.

A mis padres, hermana y familia de los que he recibido en todo momento su apoyo.

Gracias a todos.



CAPÍTULO 2

BREVE HISTORIA DEL FERROCARRIL EN ESPAÑA



2.1- HISTORIA DEL FERROCARRIL

A comienzos del siglo XIX, gracias a la invención de la máquina de vapor por parte de Thomas Newcomen, un herrero e inventor nacido en Dartmouth (Inglaterra) al que podríamos llamar, padre de la revolución industrial, y gracias a la idea que tuvo Richard Trevithick de colocar una máquina de vapor sobre unos raíles dio paso a lo que hoy conocemos como “locomotora”.



Figura 1. Locomotora de vapor.

El transporte de mercancías en España se hará por carreteras tortuosas y larguísimas durante pasados más de 20 años hasta que llegará el ferrocarril. Podemos decir que el primer intento de construir un ferrocarril en España fue mérito de José Díaz un exportador de vinos de Jerez de la Frontera que planteaba transportar sus vinos y que no triunfó por falta de apoyo.

Así que el primer ferrocarril español no se construyó en España sino en Cuba en 1837, con un trayecto de 28 km entre La Habana y Bejucal. Con la presencia del catalán Miguel Biada el día de la inauguración y tras el éxito de ésta, Miguel se planteó la posibilidad de estudiar una línea en España entre Barcelona y su pueblo, Mataró. Aunque la línea férrea cubana mantiene el honor de ser el primer ferrocarril construido en suelo bajo pabellón español, hay documentación de que ya en 1834 funcionaba un ferrocarril minero en la población asturiana de Arnao.



Figura 2. Un tren sale de la estación de Bejucal, La Habana, Cuba el 19 de noviembre de 1837.

La evidencia de que el ferrocarril podía ser un progreso de futuro ya que había demostrado que con un solo tren y con dos hombres a bordo era capaz de transportar el equivalente a muchas carretas evitando así la saturación de las carreteras que a día de hoy es cercana al 80%, obligó al gobierno a intervenir, y así en 1844, 3 ingenieros elaboraron un informe con todo el pliego de condiciones necesario para la instalación del ferrocarril en España. Una de las pegas que proponían era una vía con un ancho de 6 pies castellanos, es decir 1.67 metros, más que en el resto de Europa. Se decía que esto era para mantener a España aislada, pero tras investigaciones realizadas se cree que era por causas técnicas y no por otras causas.

Una vez en España, Miguel Biada, junto con, accionistas de Puerto Rico y Cuba, amigos suyos, accionistas catalanes y algunos ingleses consiguieron tener el dinero suficiente para poder construir en la península Ibérica, la línea de Barcelona a Mataró (Camino de Hierro de Barcelona a Mataró y viceversa) en 1848. Esto obligó a su vez la creación de uno de los primeros túneles en España. La línea que contaba con una longitud de 28.6 km, contó en el día de su inauguración con un tren compuesto por 24 coches con una capacidad para unos 900 viajeros. Como el trayecto obtuvo una gran acogida, en días posteriores, se incrementó el número de vagones en el tren llegando hasta los 35 vagones con una capacidad máxima de 1900 viajeros.



A la vez que se construía este primer ferrocarril peninsular se estaban construyendo también las líneas Madrid-Aranjuez (inaugurado en 1851 por la Reina Isabel II), conocido hoy por el tren turístico de la fresa, Langreo-Gijón y Valencia-Játiva.

Sobre 1856 empezaron a crearse en España las grandes compañías ferroviarias tales como, La TBF (Tarragona, Barcelona, Francia), MZA (Madrid, Zaragoza, Alicante). También en Andalucía se realizaba en ese mismo año la línea entre Jerez de la Frontera y el puerto del Trocadero, en Puerto Real. Tenía una longitud de 27 km y el objetivo de esta línea era transportar las botas de vino hasta el puerto para luego embarcar con destino al Reino Unido.

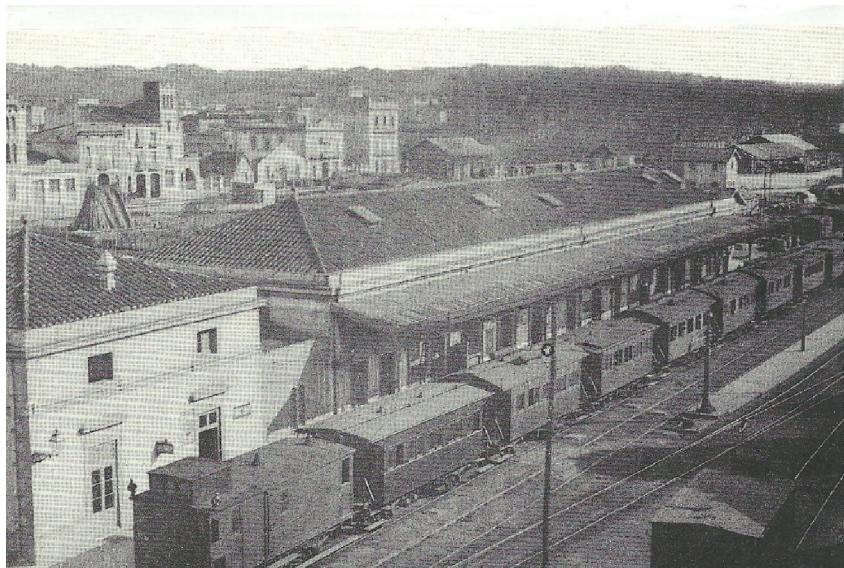


Figura 3. Estación Gerona MZA año 1920.

En 1941, poco tiempo después de finalizada la guerra civil se aprueba la Ley de Bases de Ordenación Ferroviaria y de los Transportes por Carretera que agrupa en una sola empresa a todas las compañías de ferrocarril que tenían anchos de vía de 1,67 metros, es decir, a los que son conocidos como ferrocarriles de vía ancha. Así nace RENFE que expropiaría y explotaría todas las líneas de ferrocarril de vía ancha, manteniéndose las líneas de vía estrecha en manos privadas hasta integrarse en otra Compañía estatal denominada FEVE. A partir de estas fechas, el ferrocarril ha ido evolucionando y en abril de 1992 se inaugura la primera línea de alta velocidad en España. Es la línea Madrid-Sevilla.



En noviembre de 2003 se publica la Ley del Sector Ferroviario, el cual puede provocar la liberalización del sector. Esta ley entra en vigor en el 2005 y hace que se rompa el monopolio del transporte ferroviario que imperaba en España desde finales de la guerra civil. La aplicación de la ley implica la creación de ADIF(Administrador de Infraestructuras Ferroviarias), que será el encargado de administrar la gestión de la infraestructura y realizar las inversiones para la construcción de nuevas líneas en España. Tres son las principales actividades de ADIF: la construcción de nuevas líneas, el mantenimiento y la gestión de las líneas existentes y la gestión del tráfico y asignación de surcos.

Fuente: [1][2][3][4] / Elaboración propia



2.2- EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS EN FERROCARRIL

La invención del ferrocarril a comienzos del Siglo XIX era una nueva forma de transporte, del cual podemos decir que sus antecedentes se encuentran en el ámbito de la minería, utilizando éste, para el transporte de minerales mediante vehículos provistos de una sección de forma especial que aumentaba la adherencia de las ruedas de las vagonetas y guiados sobre unos carriles por los que se arrastraba la vagoneta con caballos. Para el funcionamiento de este medio de transporte, además de la fuerza impulsora de la máquina de vapor, se precisaba de otro elemento: un tipo específico de superficie por la que deslizarse, pues las carreteras de la época eran incapaces de soportar un vehículo de tanto peso. Los carriles de madera que se conocían en Europa desde finales de la Edad Media, fueron sustituidos a comienzos del Siglo XIX por los de hierro, que son los que actualmente se utilizan.



Figura 4. Se puede observar en primer plano vagones sobre "vía muerta" para el transporte del mineral al ferrocarril minero.



Estas máquinas de vapor o locomotoras tenían su propio sistema de frenado, independiente del resto del tren. Utilizaban grandes zapatas que presionaban contra la superficie de las ruedas motrices. Con la aparición del freno de aire, un sistema independiente permitía al maquinista controlar el frenado de todos los coches. Este sistema requería bombas accionadas por el vapor, montadas en un lateral de la caldera o en el frente de la caja de humos.

Una alternativa al freno de aire fue el freno de vacío, donde la presión en el freno era menor que la presión atmosférica para ello se empleaba un aspirador-eyector, accionado por el vapor, en lugar de la bomba de aire. Se usaba un segundo eyector para mantener el vacío, con una bomba de menor potencia, accionada por el pie de biela, para ahorrar vapor. El freno de vacío tuvo, en general, menos implantación que el de aire.

Desde sus orígenes el ferrocarril ha desempeñado un papel muy importante para el transporte de mercancías por ello con la puesta en marcha de las primeras líneas, se empezaron a utilizar los trenes regulares para el transporte de éstas, bien con la incorporación de vagones especiales para cargas o bien con la formación de trenes propios.

Los vehículos ferroviarios que se precisaban para el transporte de mercancías eran más sencillos que los de viajeros. No era necesario instalar cableado eléctrico para la iluminación, calefacción, ventanillas, asientos, etc... Y por tanto la fabricación en España de vagones se inició antes que la de coches para viajeros.

Así sólo dos años más tarde de inaugurarse el primer ferrocarril, en 1850 se construyeron los primeros modelos en la fábrica catalana de los Hermanos Girona. Si los primeros vagones eran pequeños y construidos con bastidores de madera, con el tiempo fueron variando su composición y aumentando su capacidad, tamaño y lo que es más importante, adaptándose a las necesidades de cada carga.



Figura 5. Inauguración del Ferrocarril a Langreo en el año 1852.

ESCUELA UNIVERSITARIA INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA



También el tipo de mercancía ha ido variando con el paso de los años, fundamentalmente por la competencia de otros medios de transporte, que han obligado a que el tren se especializara en aquellas cargas en las que es más competitivo, fundamentalmente grandes volúmenes, ya sean de cereales, siderúrgicos, productos químicos o de automoción.

Por otro lado no sólo ha variado el tipo de carga, sino que también ha variado el tipo de trenes. Esto quiere decir que a lo largo de la historia era habitual ver pasar trenes mixtos (trenes que transportaban viajeros y mercancías) y en las últimas décadas se ha ido retirando de la circulación dando paso a los conocidos trenes puros (trenes que llevan un solo tipo de carga sin variar su formación e origen a destino. También cabe destacar que los servicios de transporte de cargas pequeñas, como el servicio de paquetería se dejaron de transportar en ferrocarril, en 1996, dada su baja rentabilidad.

Fuente: [5][6][7] / Elaboración propia



2.3- EL FERROCARRIL EN LA ÉPOCA FRANQUISTA

En julio de 1936 se podían contar una flota ferroviaria total de 74.700 vagones, todos ellos a disposición de las antiguas compañías. Con el fin de la guerra civil española en 1939, habían sido destruidos unos 12.000 durante la contienda y otros 21.000 estaban inútiles. La flota útil ferroviaria se veía reducida al 57 por ciento del existente en 1936, es decir unos 41.700 vagones. Dada esta situación caótica y desconcertante que había provocado la guerra, los que tenían que usar los medios de transporte ya sean por carretera o por ferrocarril se vieron obligados a hacerle frente con enormes dificultades, ya que el área terrestre en España había sido incluso más dañado que el ferrocarril y la falta de repuestos y el racionamiento del combustible que se sucedieron por el inicio de la Segunda Guerra Mundial, hizo del ferrocarril un elemento fundamental y primordial y por supuesto casi el único medio de transporte posible.

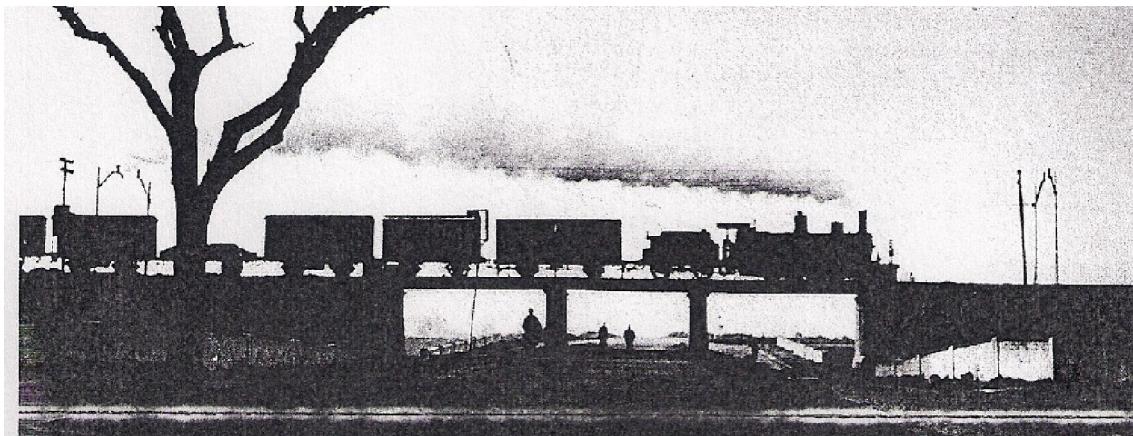


Figura 6. Tren de mercancías todavía con vagones de casilla de freno en los años 50 en la Renfe.

A pesar de ello la población debía de seguir adelante día tras día y por ello, afrontar la situación incluso con la falta de los elementos de reparación que no podían ser sustituidos con la urgencia que correspondía, por la falta de escasez de recursos que existía en el momento.



La explotación de los servicios de mercancías siempre fue más complicada que la de los trenes de viajeros. Mientras los trenes de viajeros tenían ya sus trenes grafiados y adscritos durante mucho tiempo a una línea concreta, los de mercancías debían de formarse y separarse de acuerdo con las peticiones de carga, siendo ordenados en las estaciones de clasificación, situadas a las afueras de las ciudades y estando de acuerdo con sus destinos. Eran muy pocos trenes los que realizaban el recorrido de extremo a extremo.

También era más complicado porque había muy pocas clases de vagones: cerrados, bordes altos o bajos, vagones establos para el ganado, vagones cuadra para caballerías y los llamados “trucks”, denominación inglesa que luego se conocieron como lo que hoy denominamos plataformas. Existían además una serie de vagones fundamentales, eran los vagones con freno, es decir unos con casilla para que en ellos se acomodara el mozo tren y otros sin casillas que se utilizaban sólo en ocasiones en los que había recorridos con dificultades de tracción.

Para el frenado de la locomotora se empleó el sistema de contravapor, ensayado en los años 60 del siglo XIX en la línea de Madrid a Irún en las rampas del Guadarrama. Varias décadas después se empezaría a utilizar en la mayoría de los trenes de la Renfe el freno por vacío. Éstos eran frenados por los mozos instalados en las casillas de acuerdo con un reglamento de señales acústicas que utilizaba el maquinista para avisarlos. Estas señales acústicas se podían clasificar en: un pitido largo de la máquina cuyo significado era extremar la precaución; uno largo y 3 cortos implicaba atención especial delante de un disco rojo; largo y corto una vez mandaba aflojar los frenos y uno largo y dos cortos era apretar los frenos. Desde la máquina también se utilizaban otros pitidos: tres cortos repetidos sucesivamente significaban alarma; dos largos que se separara la máquina auxiliar en las dobles tracciones por cola y dos largos y uno corto, ordenaba a esa máquina auxiliar abrir el regulador y, por último dos pitidos largos y dos cortos, ordenaba cerrarlo a la citada máquina auxiliar.



Figura 7. Clásicos vagones cerrados tipo J.

ESCUELA UNIVERSITARIA INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA



Otra de las complejidades del transporte de mercancías frente al de viajeros que había que tener en cuenta era la necesidad de adecuar la locomotora asignada para el trayecto que se iba a desempeñar, con la carga que se iba a arrastrar, intercalando a lo largo del tren vagones con freno.

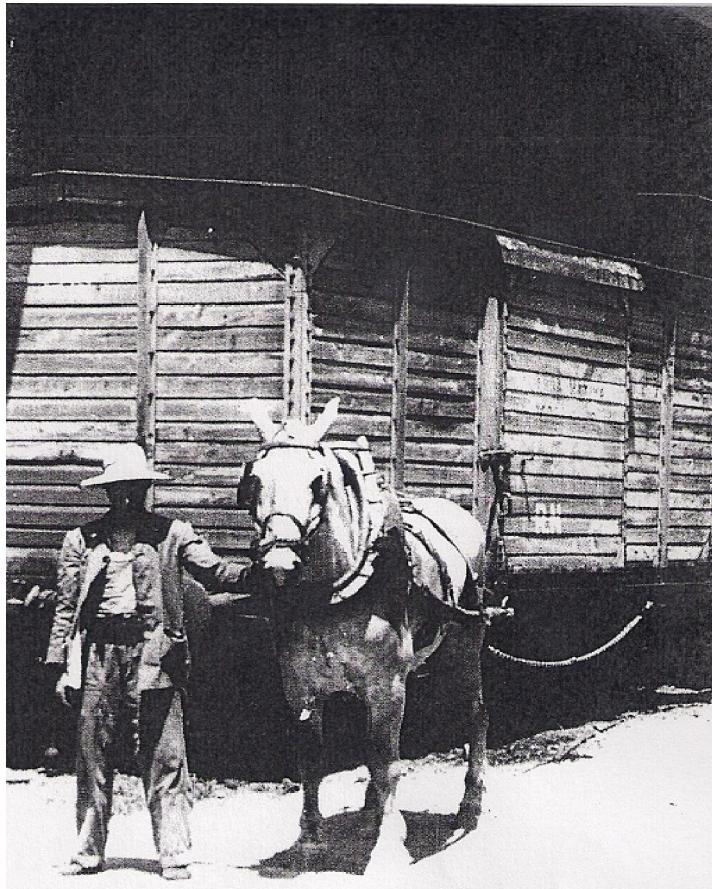


Figura 8. Mula utilizada en los años 40 en removido de vagones en el muelle de Pequeña Velocidad de Madrid-Atocha.

Al concluir la guerra civil, aunque ya existían algunos vagones con tubería de freno de vacío, la mayoría seguía sin él y hubo que afrontar en muchas ocasiones situaciones similares a las del siglo XIX. Pasados los primeros años 40, el parque de vagones se fue diferenciando y sustituyendo. De hecho hasta mediados del siglo XX no se pudieron formar trenes completos, llamados entonces, trenes “*puros*”, ya provistos de tuberías de freno de vacío. Puede decirse por tanto que la Renfe fue tal vez el principal instrumento que permitió suprimir por fin las cartillas de racionamiento.

Fuente: [8] / Elaboración propia



2.4- LA COMPETENCIA DE LA CARRETERA

Todos los estudios sobre transporte coinciden en señalar al ferrocarril como el más sostenible y seguro de los medios de transporte pero desgraciadamente no fue el medio más utilizado tanto para mercancías como para viajeros. Como consecuencia del final de la guerra civil española y los comienzos de la segunda guerra mundial, las estructuras del transporte terrestre quedaron casi totalmente destruidas, haciéndolas inaccesibles y provocando como único medio de transporte útil el ferrocarril que a pesar de sus deficiencias tanto de material (combustible, recambios...), como la falta de competitividad a la hora de transportar las mercancías, fue el medio de transporte líder y único capacitado para el desarrollo económico, social y político de España, durante esta época.

Por el contrario, en la política franquista se dio prioridad al transporte por carretera, llevándose ésta, la gran parte de las inversiones. Se hizo mucho hincapié en la instauración y restauración de las carreteras españolas, lo que dio lugar a la paulatina implantación del transporte por carretera, sin olvidar también el extraordinario desarrollo que tuvo la industria automovilística. Provocando todo ello un olvido y un inconveniente al desarrollo del transporte ferroviario.

Sucedía que para llenar un tren se necesitaba un volumen grande de productos. Sólo cuando se disponía de carga suficiente en volumen y frecuencia para llenar un tren y que fuera desde la estación de origen hasta la de destino, era cuando salía rentable utilizar el ferrocarril. Así surgieron los llamados trenes completos, una idea que surgió para abaratar costes y fomentar el uso de este medio de transporte, que veía poco a poco, como la carretera le hacía competencia.

Eran trenes de mercancías, dedicados por completo al transporte de mineral, carburantes, automóviles u otros productos. Con este sistema, los contenedores llegaban por carretera hasta las estaciones ferroviarias, conocidas como estaciones intermodales, y posteriormente pasaban a los trenes mercantes donde se transportaban, después de un largo recorrido, hasta otra terminal desde la que se hacia la distribución de mercancía mediante camiones, siguiendo un camino inverso al de recogida. Con este sistema se conseguía abaratar costes y fomentar un poco el transporte por ferrocarril.



Aun intentando el ferrocarril competir con la carretera, estaba clarísimo por donde se hacia la mayoría del transporte de mercancías y de pasajeros, por la carretera y es que gracias al régimen franquista las carreteras se veían mejoradas cada vez más, repercutiendo sobre todo en la rapidez con lo que se hacían los traslados y con unos costes menores que los que suponían en el ferrocarril.



Figura 9. Es el primer camión GMC que se montó en Barcelona, con piezas provenientes de EEUU, vía marítima el 18 de noviembre de 1934.

Lo que motiva el transporte por carretera es un transporte en el que se realiza de puerta a puerta, sin paradas y sin intermediarios como sucede en el caso del ferrocarril. Por otro lado el transporte por ferrocarril es un medio de transporte mucho más seguro, viajar por carretera tiene 30 veces más riesgo de accidentes que viajar en tren. Es más ecológico, transportar una tonelada-km por ferrocarril consume 4 veces menos litros equivalentes de gasolina que hacerlo por carretera y 1.380 veces menos que hacerlo por avión. También conseguimos transportar mayor mercancía y pasajeros con un solo desplazamiento, por ejemplo una línea férrea de doble vía puede transportar por hora el mismo número de pasajeros que una autopista de seis carriles.



A pesar de esto, y como fruto de políticas desarrolladas durante décadas en nuestro país, la desproporción en el uso del ferrocarril frente a la carretera es enorme: sólo un 5% de los viajeros se desplazan en tren frente al 91% que lo hacen en coche, mientras que el 95.5% de las mercancías viaja en camión y sólo un escaso 4,1% lo hace en tren.

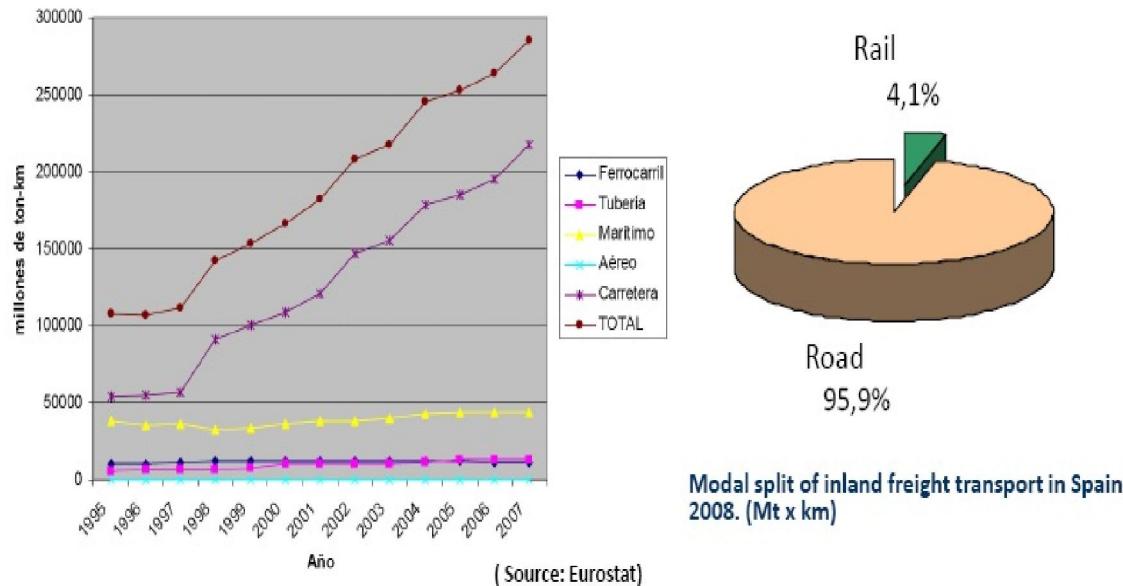


Figura 10. Gráfico de Eurostat donde se pueden ver los datos comentados anteriormente.

La causa de esto es la falta de competitividad que hubo, hay y habrá, principalmente económica, hasta que el estado no empiece a hacer frente a esta situación. Ya que hay unos costes ineficientes (costes de maniobras, cambio de ancho de vía etc...) unido a una falta de inversiones específicas tanto en infraestructuras lineales como nodales y a un bajo aprovechamiento de los recursos disponibles, todo ello unido, implica, en conjunto una baja operatividad con respecto a las infraestructuras del resto de Europa y una baja calidad e inseguridad en el servicio del transporte ferroviario.

Esto se refleja en la clara ventaja que tiene el transporte por carretera frente al del ferrocarril, dando que hablar a los usuarios con malas opiniones al respecto y debido a su vez a la rigidez y lentitud de respuesta por parte de las entidades públicas ferroviarias, ya que prestan unos servicios con baja calidad y competitividad.

Fuente: [9][10] / Elaboración propia



2.5- DISTINTOS TRENES DE MERCANCIAS

Se denomina tren o ferrocarril a una serie de vagones o coches conectados que generalmente circulan sobre carriles permanentes para el transporte de mercancías o pasajeros de un lugar a otro. El ferrocarril puede ir por raíles (trenes convencionales) u otras vías destinadas y diseñadas para la levitación magnética. Pueden tener una o varias locomotoras, pudiendo estar acopladas en cabeza o en configuración push pull (una en cabeza y otra en cola) y vagones, o ser automotores, en cuyo caso los vagones (todos o algunos o solo uno) son autopropulsados. Varía entonces la manera de propulsión de los trenes, principalmente según su utilización.

Puede quedar entonces la clasificación de los trenes en dos categorías generales: los impulsados por un motor y aquéllos de impulso electromagnético que se encuentra en fase experimental. Dentro del tipo de los impulsados por motor me gustaría nombrar algunos de ellos:

- **TRENES PUROS:** Son trenes que llevan un solo tipo de carga (ya sean pasajeros o mercancía), sin variar su formación de principio a fin, es decir, desde el origen de su trayecto hasta el final del mismo. La especialización de los servicios de mercancías hacia la fórmula de trenes puros, sin operaciones intermedias, reduce la antaño ingente actividad a un número mucho más reducido de intervenciones.



Figura 11. Tren puro de mercancías en el tramo Alcázar- San Juan.



- **TRENES DE MENSAJERIAS:** Trenes destinados al transporte de paquetes, como por ejemplo los de correos.



Figura 12. Dos Vagones de Correos en la estación de Casetas en Zaragoza antes de iniciar el viaje.

- **TREN COLECTOR:** Tren que antiguamente, ya que ahora cada vez tiene menos uso, era el Tren de mercancías que iba dejando o recogiendo vagones de las estaciones por las pasaba.



Figura 13. Tren colector Zaragoza-Valencia, locomotora la 2312, este tren tardaba 2 días desde Zaragoza a Valencia y normalmente cambiaba de locomotora y personal en Teruel.



- **TREN BOTIJO:** El que en España, durante el verano, trasladaba, sin muchas comodidades, con destino a lugares de vacaciones.



Figura 14. Tren Botijo Madrid- Alicante.

- **TRENES MIXTOS:** Tren que conduce tanto mercancías como pasajeros.

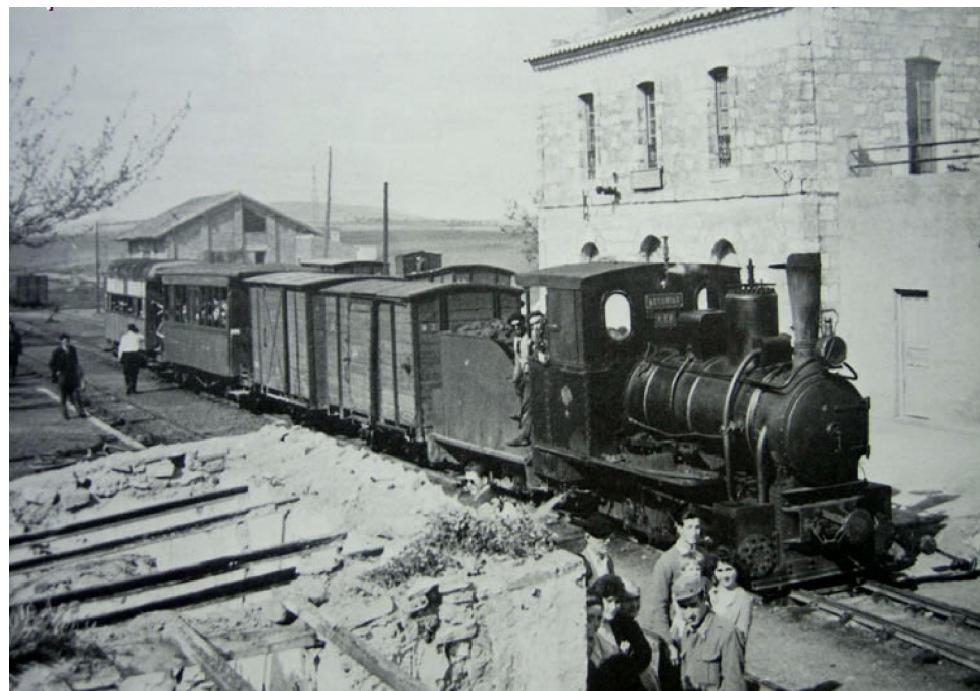


Figura 15. Tren mixto arrastrado por la locomotora Asturias en Calzada de Calatrava.
Ferrocarril de Valdepeñas a Puertollano "El Trenillo".



- **TREN PORTA AUTOMOVILES:** Tren puro destinado en su totalidad al transporte de vehículos.



Figura 16. Locomotora 269 de RENFE Mercancías arrastrando una composición de vagones porta-coches.

- **TREN DE CONTENEDORES:** Tren compuesto por numerosas plataformas y sobre cada una de ellas van colocados un contenedor de diferentes colores, con la mercancía en su interior. Hay muchos tipos de contenedores en función de la mercancía que se quiera transportar, por ejemplo; contenedores de 6 y 12 metros de altura, contenedores open top (techo abierto), para líquidos, contenedores especiales diseñados para un tipo específico de carga, etc....



Figura 17. Tren Expreso de contenedores (TECO).



Figura 18. Grúa-pórtico del tipo 2.6.2, instalada en la terminal TECO-Madrid Nacional (estación de Abroñigal).

Fuente: [11][12] / Elaboración propia



2.6- LA FLOTA DE MERCANCIAS DE RENFE

A mediados de los años 90, Renfe, la única operadora de vía ancha en España, muestra a través de un cartel publicitario la gran oferta de vagones, que para entonces tenía disponible para sus clientes. Disponía de nada menos que de 21 trenes diferentes, que recogían una amplia tipología de vagones y, sobre todo, diversas ofertas de transporte. Aquí se van a comentar solo los de carácter más relevante y los que supusieron un uso mayor que el resto. En primer lugar, podemos observar en el cartel que se disponía de un tren para el transporte de automóviles. Con una locomotora 251, eléctrica y una composición de tres vagones tipo MMA, cargados de una variopinta colección de turismos y todoterrenos.



Figura 19. Tren para el transporte de automóviles.

A continuación, aparece un tren formado en su totalidad por cinco vagones tipo TT6, acompañados más debajo por otro tren de corte de tolvas de dos ejes tipo T1, y otras, en color gris, tipo TT5. Minerales, balasto, cereales y otros materiales eran los transportados en estas tolvas cerradas. También existe la posibilidad de que las tolvas fueran abiertas, típicas para transportar el mineral.



Figura 20. Tren formado por cinco vagones tipo TT6.



Figura 21. Tren formado por seis tolvas grises tipo TT5.



Otro de los protagonistas que nos podemos encontrar en el cartel es, una amplia oferta de vagones cerrados, ajustados a la diferente oferta de servicios que por entonces Renfe tenía a su disposición. Se muestran así diferentes tipos de trenes con vagones cerrados, formados por tres o cuatro vagones tipo JJ. Estos vagones de paredes deslizantes, aparecen identificados bien con los colores del famoso servicio Paquexpres, con los del servicio TEMI (expresos de mercancías internacionales), o sin una adscripción concreta.

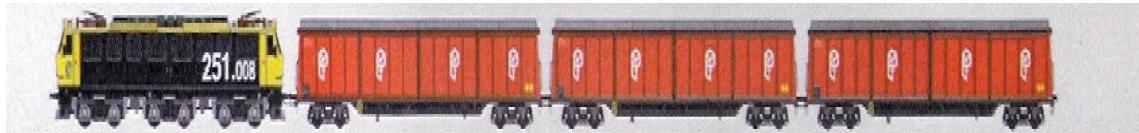


Figura 22. Tren destinado al servicio Paquexpres, con vagones de paredes deslizantes y fáciles de identificar por su característico logotipo.

Por último, cabe destacar los vagones plataforma. Dispone de 5 trenes de estas características. Uno de ellos muestra su adecuación para el transporte de bobinas de chapa, con las típicas barras de sujeción. Otro presenta una opción de transporte para grandes bloques de piedra, otro el clásico tren de contenedores, con la marca “Transporte Combinado” de la Renfe de los noventa. Hay dos ejemplos de gran exotismo: uno es el de un ejemplo de transporte de tractores agrícolas y el otro es una composición de tren militar, cargado de tanques y otros vehículos acorazados (camiones de transporte de tropas y piezas de artillería de campaña).



Figura 23. Tren plataforma adecuado para el transporte de bobinas de chapa.



Figura 24. Tren plataforma adecuado para el transporte de grandes bloques de piedra.



Figura 25. Tren plataforma con contenedores. Cada uno de ellos con el logo de “Transporte Combinado” de la Renfe de los 90.



Figura 26. Tren plataforma para el transporte de tractores agrícolas.



Figura 27. Tren plataforma destinado para el transporte de vehículos militares.

En cuanto a las locomotoras que llevan estos trenes se pueden distinguir tanto eléctricas como diesel. Hay cuatro modelos de locomotora eléctrica: 250, 251,252 y 269. Por el contrario hay solo dos modelos de locomotora diesel: 319 y 333.

Fuente: [13][14] / Elaboración propia



CAPÍTULO 3

DE LAS ESTACIONES DE CLASIFICACIÓN A LAS PLATAFORMAS LOGÍSTICAS



3.1- ESTACIONES DE FERROCARRIL DESDE 1934 EN ADELANTE

Se presentan a continuación imágenes aéreas de estaciones situadas en Madrid y en sus alrededores en el año 1934, año en el que todavía no se había dado paso a la guerra civil española y las antiguas compañías disponían de un total de 74.700 vagones viéndose en las imágenes el gran volumen de mercancías que existía en la época. En ellas se puede apreciar material móvil (vagones) para posteriormente proceder al transporte de las mercancías hacia toda España.



Figura 1. Madrid estación Atocha.

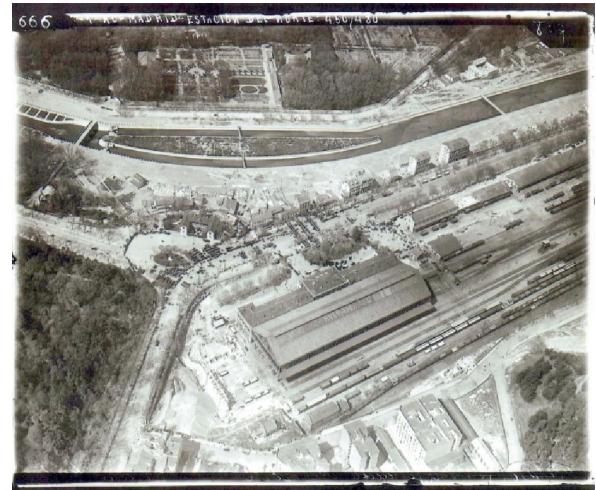


Figura 2. Madrid estación Norte.



Figura 3. Madrid estación Delicias.



Figura 4. Villaverde estación.



Tampoco debemos de olvidarnos de la estación de ferrocarriles que había en Valladolid. Se puede observar la gran dimensión del garaje de las locomotoras de vapor y de las dos placas giratorias en el centro, pues dichas locomotoras debían invertir su posición al final del recorrido al tener sólo una cabina.



Figura 5. Estación de Valladolid.

Unos años más tarde....

Pasamos de 1934 al año 1950 y nos encontramos la estación de clasificación más importante de Zaragoza, llamada estación de clasificación de la Almozara.



Figura 6. Estación Zaragoza de la Almozara.

ESCUELA UNIVERSITARIA INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA



Estas instalaciones primitivas evolucionaron muy poco a poco, porque como ya se ha indicado en el capítulo anterior, en esta etapa de la historia de España se invirtió mucho más en las infraestructuras para carreteras que para las del ferrocarril. A pesar de ello en las décadas de 1960 y 1970 Renfe, junto con el Ministerio de Obras Públicas estaban afrontando un gran proceso de reordenación de las redes ferroviarias de numerosas áreas urbanas españolas y es que, Renfe todavía arrastraba el lastre de una red heredera de las antiguas compañías, con duplicidad de instalaciones en algunas ciudades que, además con el paso del tiempo se veían integradas en las zonas residenciales. Su alto coste como suelo urbano y sus limitaciones funcionales propiciaron de nuevas intervenciones, con cambios y con la creación de nuevas estaciones que agruparan servicios. Así se inaugura la Estación de Clasificación de Vicálvaro en 1970.

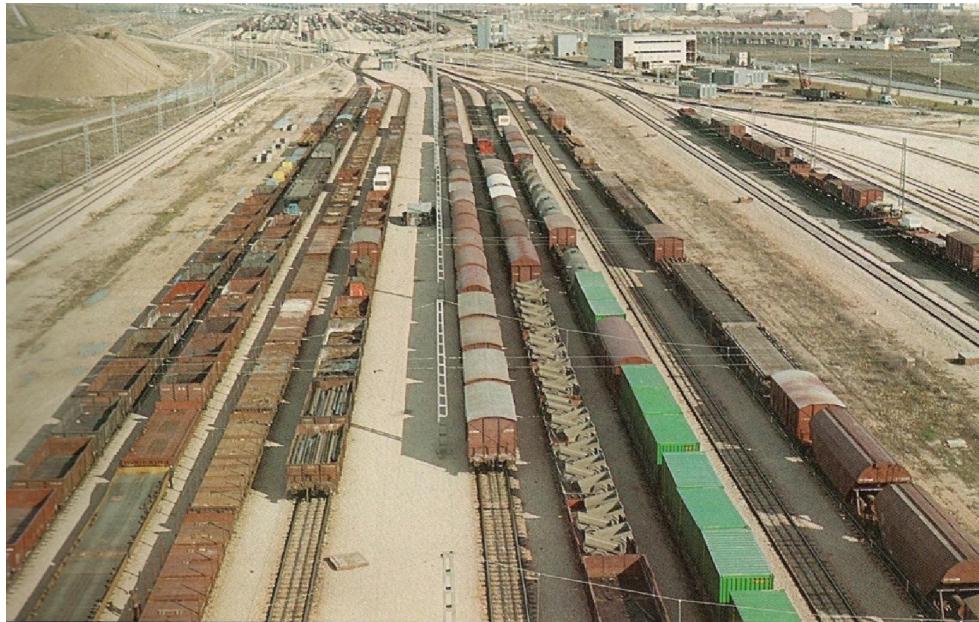


Figura 7. Trenes de mercancías clasificados en la Estación de Clasificación de Vicálvaro.

Unas de las razones principales de ésta estación de clasificación es su situación estratégica y geográfica, y es que el cuarenta por ciento de los vagones cargados en Renfe tenían que pasar por Madrid. Una estación de clasificación debe estar en la Red Básica ferroviaria y al mismo tiempo cerca de zonas industriales, productoras de una gran cantidad de mercancías para llenar el mayor número posible de vagones, también un gran núcleo clasificador debe suprimir la existencia de otros no rentables en sus cercanías y además debe de tener en sus proximidades la disposición de un núcleo de población capaz de alojar a todo el personal.



También debe de contar con una superficie total cercana a los 3 o 4 kms de longitud por unos 300 mts de anchura. En Vicálvaro se daban todas estas condiciones y por ello fue elegido como lugar ideal para el emplazamiento de la gran Estación de Clasificación que necesitaba el transporte ferroviario en la zona centro del país. Con esta gran estación se tuvieron que fusionar las antiguas Estaciones de Clasificación en Las Matas y Santa Catalina, muy útiles en su tiempo, en una sola estación, capaz de enfrentarse a las exigencias cada vez mayores de un tráfico de mercancías en constante auge.

La misión principal de una Estación de Clasificación se realizaba fundamentalmente a través de tres haces de vías principales y se podría resumir en tres palabras fundamentales: Recibir, Ordenar y Expedir. Una vez recibidos los vagones, estos son lanzados por el lomo de asno, una pequeña rampa con la pendiente suficiente para que los vagones bajen por inercia propia y se desvíen por la vía deseada para su posterior clasificación con el resto de vagones. Los agentes calceros son los encargados de realizar esta composición en el orden que el jefe del P.C.C. mandase. Una vez realizada la composición del nuevo tren, son realizadas las inspecciones técnicas pertinentes por parte de los agentes de Material Móvil y si estos dan el visto bueno el tren estará listo para su salida.



Figura 8. Un vagón con techo abierto es lanzado por el lomo de asno y dirigido por la vía para su posterior clasificación.



Estas tres misiones tienen que estar siempre bien organizadas para ofrecer un servicio que sea rentable, eficaz y rápido. Por lo tanto el problema exige ante todo una planificación que consiga un buen servicio y una rentabilidad que haga explotable ese servicio y haga de la logística de la época un factor importante. Para ello Renfe colocaba cada, 400 o 500 kms, una Estación de Clasificación teniendo en cuenta todas las características comentadas anteriormente que una estación debía de tener tanto geográficamente como estratégicamente.

La estación de Vicálvaro tiene, en 1970, una capacidad de 3.500 vagones iniciándose su trabajo con una carga de un cuarenta por ciento. Dispone de 9 vías en el haz de recepción, 30 vías en el de clasificación y 10 en el de salidas. Ésta estación no solo ha significado una fase importante en la modernización de la red ferroviaria española sino que ha permitido reducir los costos del transporte gracias a la eliminación de otras instalaciones, como las Matas y Santa Catalina y la disminución de trabajo en muchas otras. Todo esto unido al cierre de otras estaciones en el radio intermedio del país supuso un ahorro de más de 157 millones de pesetas al año (943 millones de €).

Además la Clasificación de Vicálvaro permitió reducir el parque de vagones necesario al acortar sus ciclos de rotación, al mismo tiempo que el servicio se benefició de un 20 por cien de reducciones en los plazos de transporte. Realmente la Estación de Vicálvaro es una verdadera placa giratoria en el centro del país, y ha servido para agilizar y poner al día nuestros transportes ferroviarios, mejorando su explotación económica.

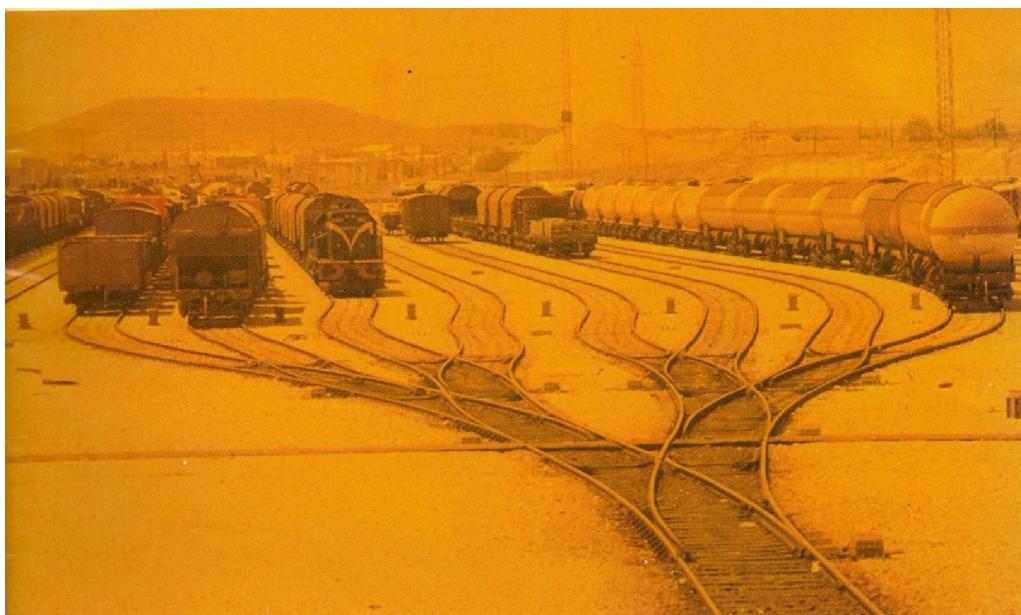


Figura 9. Distintos trenes de mercancías en el haz de vías de la Estación de Clasificación de Vicálvaro.

Fuente: [15][16][17] / Elaboración propia



3.2- UNA NUEVA VÍA DE FUTURO: LA LOGÍSTICA

No obstante la Estación de Clasificación de Vicálvaro, pronto resulta anticuada, agravada por la falta de rapidez y coordinación en el servicio que prestaba a la hora de transportar las mercancías. Por eso y cada vez más, en España se le está dando más importancia y se está inclinando por una mejor productividad en las estaciones de clasificación, es decir, lo que llamamos hoy en día, la logística. El término de la logística es tomado del ámbito militar y 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 distribución. Gracias a una buena logística se puede lograr una buena organización y distribución de las mercancías de los trenes haciéndolo de la manera más rápida, eficaz, ordenada y económicamente posible, repercutiendo todo ello en solucionar los problemas que venían sucediendo anteriormente.

Una de las plataformas logísticas más grande y moderna a nivel europeo la podemos encontrar en la capital aragonesa, Zaragoza. Con una extensión aproximada de un millón de metros cuadrados, distribuidos de la siguiente manera: 290.000 m² para el uso de actividades logísticas, 37.000 m² de playa de carga y descarga para el intercambio modal de contenedores dotada para ello de una grúa pórtico tipo 1-6-1 de 40 TN, que da servicio a 6 vías de intercambio de contenedores con una longitud media unitaria de 850 m y asistida por 2 grúas móviles, 16 vías de estacionamiento electrificadas de hasta 750 m de longitud. También dispone de 690 m para el transporte de mercancía convencional, de un taller de Renfe Integria con una nave de 8.000 m², edificio de oficinas con una superficie de 2400 m², centro de control y recepción y expedición de mercancías, zonas de aparcamientos para camiones y remolques, sistemas auxiliares, pasos elevados para el paso de vehículos sin interferencia a las vías y accesos rodados a los espacios entre vías, la Plataforma Logística de Zaragoza (PLAZA) es el recinto logístico de mayores dimensiones del Continente europeo. La principal característica de PLAZA es que está basada en un centro intermodal de transportes (ferrocarril, carretera y avión), toda una combinación que posibilita unas capacidades que convierten a la capital zaragozana en una de las ciudades logísticas más importantes de Europa, con conexiones con los más relevantes centros de producción y consumo europeos.



Figura 10. PLAZA es la plataforma logística que constituye la mayor terminal de carga de mercancías del sur de Europa. Algunas de las estaciones ferroviarias de Zaragoza como, La Almozara, el CIM (Centro de Intercambio Modal) y el taller de Delicias se vieron sustituidas y ampliadas y dieron lo que conocemos como Plaza.

La estación intermodal cuenta con una privilegiada situación geográfica, situada a tan solo 15 km de Zaragoza, en pleno valle del Ebro, uno de los corredores con mas actividad económica de la Península Ibérica, se ubica también a tan solo unos 300 km de Madrid, Barcelona, Valencia, Bilbao y Toulouse, la convierte en un importante nudo logístico y de comunicaciones.

Con una inversión de 120 millones de euros, la puesta en servicio completa se realizó a mediados de mayo de 2008, aunque ya sobre mayo del 2007, se realizaban las primeras pruebas, pero no fueron satisfactorias al no desarrollarse una actividad de movimiento de contenedores. El gran día de la puesta en servicio completa, fue todo un éxito y es que se obtuvo un total de 3.322 teus y de 7.327 teus transportados cuatro meses después. Son unas cifras considerables, si tenemos en cuenta el momento de crisis económica mundial que estamos viviendo, que afecta en todos los campos, y en éste, el sector ferroviario, se vio afectado a finales del año 2008 en una reducción de unos 3000 teus. El “teu” es la unidad con que se contabiliza cada contenedor transportado y equivale a un contenedor de 20 pies de alto (6 metros de alto). El trafico medio actual de Plaza es de unos 5000 Teus mensuales, es decir unos 14 trenes diarios de entrada y salida, lo que equivaldría a unos 5.000 trenes anuales.



El origen de las mercancías convencionales proviene fundamentalmente de los alrededores de la zona de influencia de Zaragoza, con destinos principales a Madrid, Barcelona, Sevilla, Tarragona y Coruña. La fábrica de papel situada en Burgo de Ebro, SAICA, junto con, la fábrica de automóviles norteamericana General Motors situada en Grisen y empresas dedicadas a productos agrícolas son algunos puntos de especial relevancia en lo que concierne a la generación de tráficos.



Figura 11. Antigua manera que General Motors tenía de subir los miles de Chevy Vega a los trenes que los transportarían a sus destinos finales de venta en 1971.



Un sistema automático de inspección y registro de camiones y contenedores, la instalación de un puesto desde el cual se pueda verificar que el contenedor entra o sale sin roturas ni daños relevantes que comprometan su desplazamiento, una grúa pórtico de 40 toneladas, con ascensor, sistema con detección de viento y unos 35 metros de luz, recorre los 750 metros de playa, control de tráfico centralizado de toda la estación por un sistema informático son algunas de tantas novedades que esta gran plataforma logística ha incorporado. Hay que destacar también que en todo el recinto no hay un solo cambio de vías accionable en modo local, lo que quiere decir que todos los motores de agujas y señales están controlados por un ordenador cuyo manejo se efectúa por un panel videográfico que controla todo el recinto, unido todo ello a una eficiencia energética en los puntos de luz. Plaza además admite acceso y expedición de trenes las 24 horas del día, inclusive días festivos.

Esta estación de mercancías cuenta además con un gran número de proyectos de futuro, que le dotaran con más y nuevas posibilidades. Entre ellas está el proyecto de construir una vía de ancho ibérico que discurre en paralelo a la actual vía de alta velocidad en su salida de Zaragoza hacia Madrid, cuyo enlace se produciría en la estación de Plasencia de Jalón y tendría una longitud de 15 kilómetros. Otra de las opciones a contemplar es el aprovechamiento de las 15 hectáreas de suelo, propiedad de Adif, dando prioridad a aquellas empresas que tengan como objetivo primordial el uso de la logística ferroviaria, es decir aquellas que puedan incorporar la conexión de las vías al interior de las naves.

Asimismo Plaza está preparada porque, se prevé un gran desarrollo de la logística ferroviaria si algún día circulan trenes por la nueva red de ancho UIC (Vía internacional). Esta posibilidad de que lleguen a Plaza, trenes directos desde Europa multiplicaría exponencialmente la potencialidad tanto de la estación como de todo el polo logístico y todo lo que lo rodea, haciendo de esta plataforma, que cobre aún más relevancia.



Figura 12. Zaragoza Plaza, la estación intermodal más moderna y grande de España.

Si bien plaza es la gran estación intermodal de Zaragoza, y la más grande de España, no hay que dejar de lado una segunda terminal ferroviaria intermodal muy importante en Zaragoza, es la llamada Terminal Marítima de Zaragoza (TMZ). Esta plataforma es más modesta que la anterior, presenta algunas particularidades muy interesantes que nos descubren otra de las incipientes facetas de la logística ferroviaria española: las terminales privadas.

Es complejo hablar del concepto de terminales privadas, porque todos los actores que han hecho posible la creación de la Terminal Marítima de Zaragoza son públicos. Es creada en 2001, para facilitar e impulsar el comercio exterior marítimo de las regiones del Valle del Ebro, con accionistas mayoritarios como Mercazaragoza con un 56%, siguiéndole el Puerto de Barcelona, impulsor original del proyecto, con un 21% y por ultimo con un 20% destaca el Gobierno de Aragón y un pequeño porcentaje de otros socios minoritarios.



Figura 13. Terminal Marítima de Zaragoza (TMZ).

La gran novedad de esta plataforma es que añade a la logística el transporte marítimo en Zaragoza, Aragón, Valle del Ebro y zonas adyacentes, haciéndolo compatible con el transporte por carretera y el transporte ferroviario. El tridente barco-tren-camión es la combinación perfecta que ofrece gran versatilidad de servicio para los empresarios, adaptándose perfectamente a las necesidades de aquellos que quieren optimizar sus costes.

En consecuencia, sus usuarios también disponen de mayores facilidades para desarrollar ofertas intermodales de transporte. Como operador neutral ofrece las prestaciones de servicios logísticos a los armadores, transitorios, transportistas, operadores logísticos y a los importadores y exportadores que gestionan su logística. La cercanía al cliente permite tener en cuenta las características específicas de sus cargas y expediciones y evita que reciban un trato genérico.

TMZ está instalada en la ZAL de Mercazaragoza, cercana a puntos estratégicos como los polígonos de Cogullada y Malpica, el aeropuerto o la Ciudad del Transporte. Además de su conexión ferroviaria, cuenta con el enlace directo a la autopista vascoaragonesa, a la autovía de Madrid-Zaragoza y la autopista Zaragoza-Barcelona y, en consecuencia, con la red viaria que une Zaragoza al resto de la península. Por su posicionamiento estratégico, su área de influencia supera ampliamente los límites de Aragón, llegando hasta La Rioja, Navarra y zonas limítrofes de otras Comunidades.

Cuenta con una superficie aproximada de 40.000 m² de zona ferroviaria en la que opera una grúa móvil, con dos vías en placa, de 912 metros de longitud y con su propio apartadero móvil. Dispone además de un servicio de tren diario a Barcelona y dependiendo de los operadores, unas dos frecuencias semanales con Burgos, Vitoria y Madrid, aunque esto se ve afectado en función de las cargas y de la programación.



Se está actualmente trabajando en la ampliación de servicios ferroviarios a los puertos de Bilbao, Valencia y Tarragona, que hoy se cubren con un camión. La terminal ha ido ampliando progresivamente los servicios que ofrece y ahora se trabaja sobre los requerimientos que le solicitan las navieras.

Las terminales de Zaragoza y Plaza quedan, por tanto, preparadas para operar composiciones de 750 metros, es decir los convoyes más largos que circulan hoy en día por Europa, a la espera de contar con los apartaderos que permitan explorar trenes largos en el corredor Madrid- Barcelona, logrando así un gran avance en el transporte y una importante reducción en costes, incentivando así a las empresas a transportar sus mercancías en contenedores ya sean por mar o por tierra pero eso sí, de una manera segura, rápida y económica.

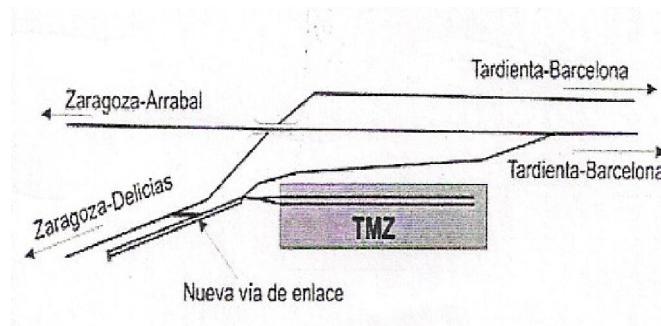


Figura 14. Esquema de vías en torno a TMZ y nueva vía de conexión hacia la estación Delicias (año 2010).

TMZ lleva 7 años introduciendo el tráfico de contenedores marítimos por carretera en Aragón y su ámbito de influencia, así desde que fue creada en el año 2000 ha logrado un despegue definitivo en el segundo semestre del año 2008 TMZ operando 112 trenes con un total de 6.553 teus transportados a través de su red ferroviaria, y consiguiendo durante los cinco primeros meses del año 2010 un incremento en un 72%, dando unos indicadores de actividad muy positivos, con unos valores altamente elevados. En contrapartida se logró reducir el número de trenes operados en la terminal de 184 a 152. Un dato muy positivo si se mira desde la perspectiva del mayor grado de eficiencia y llenado de trenes mediante la utilización de más plataformas y de trenes multidestino más llenos, y no desde el punto de vista del transporte de menos mercancías.

Por lo tanto TMZ está cumpliendo con todas sus expectativas y logrando alcanzar sus objetivos de dar servicio a cargadores y operadores en todas las facetas y fases de la operativa, ofreciendo para ello la manipulación, limpieza y mantenimiento de contenedores, gestión de stock de equipos llenos y vacíos mediante la conexión informática con cargadores y/o operadores ferroviarios.



Se espera por todo ello que estas dos plataformas logísticas sigan en continuo auge y desarrollo, contribuyendo cada día a nuevos proyectos y a nuevas ampliaciones que hagan de nuestra región un centro logístico importante a nivel mundial y atractivo para todo tipo de empresas.



Figura 15. Evolución de los TEUS transportados durante los años 2008 y 2009.

Fuente: [18][19][20][21][22][23][24][25][26] / Elaboración propia



CAPÍTULO 4

SITUACION ACTUAL DEL TRANSPORTE DE MERCANCIAS EN ESPAÑA



4.1- SITUACION ACTUAL DEL TRANSPORTE DE MERCANCIAS POR FERROCARRIL EN ESPAÑA

El sector del ferrocarril en nuestro país ha resultado verse poco a poco afectado y ha perdido mucho protagonismo. En España se ha invertido mucho en la mejora de las infraestructuras de carreteras y del transporte de alta velocidad para viajeros y se ha descuidado por otro lado el transporte de mercancías, por ello hemos pasado de una cuota del transporte intermodal de mercancías en 1993 del 10,3 por ciento, a una del 4.10 % en el 2007 (último año comparable), alcanzando sus máximos en el año 2003 con un total de casi 4.500 M txKm y produciéndose una caída en picado del 43.3 % hasta los 2.535 M txKm. Mientras se producían esta situación en España, la media europea habría que situarla en torno al 18 %.

Respecto al tráfico de vagón convencional, se mantiene ligeramente por encima de los 7.000 M txKm desde el año 1997 hasta 2007, con un máximo en el año 2004 de unos 8.000 M txKm. También el tráfico del vagón intermodal ha sufrido un descenso en los últimos años hasta los 4.500 M txKm, suponiendo todo ello un descenso del 45 por ciento.

Las principales estaciones intermodales ferroviarias y las estaciones logísticas comentadas en capítulos anteriores, fomentan considerablemente el transporte de mercancías, pero esto no es lo suficientemente eficaz para dar salida a la situación actual en nuestro país, por ello España necesita de una nueva estrategia que en combinación con la cadena logística y su red de terminales, refuerce el papel de la estructura ferroviaria de mercancías en España.

Para ello surge el Plan Estratégico de Impulso del Transporte Ferroviario de Mercancías en España, que fue presentado por el actual Ministro de Fomento, Sr José Blanco. Con una inversión global prevista de más de 7.500 millones de euros, entran a participar tanto el gobierno central como el gobierno autonómico, y dando entrada también al capital privado.

Se trata del más ambicioso plan presentado tras un largo proceso de maduración y consenso con un profundo análisis de la situación en nuestro país, para apoyar la recuperación del ferrocarril como una forma importante en el transporte terrestre español de mercancías, pasando de valores muy bajos, un 4% del total a valores entorno del 8-10 % en el año 2020, mejorando así su competitividad y su calidad con un escenario optimista de entre 77 y 100 millones de toneladas transportadas, que multiplicaría por 5 los datos actuales.

ESCUELA UNIVERSITARIA INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA

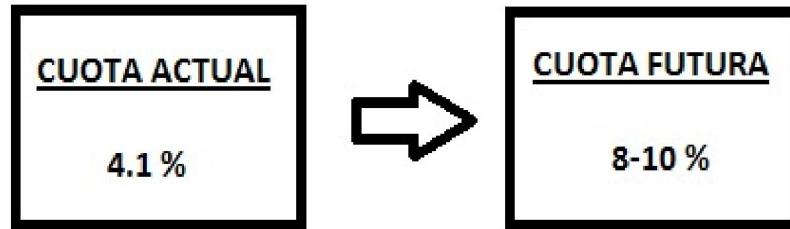


Figura 1. Objetivo fundamental del Plan Estratégico de Impulso del Transporte Ferroviario de Mercancías en España.

El Plan, según el Sr Ministro, refuerza el posicionamiento de los puertos españoles y en combinación con la cadena logística y su red de terminales, reforzará el papel de España como “plataforma logística intercontinental”.

Al mismo tiempo, el citado Plan recoge los trabajos iniciados por la anterior Ministra, Magdalena Álvarez Arza, desarrollando un análisis del transporte terrestre para el que se ha contado con todos los actores logísticos nacionales: las Comunidades Autónomas, los puertos, los operadores ferroviarios (públicos y privados), los gestores de infraestructuras, fabricantes, cargadores y operadores de transporte no ferroviarios.

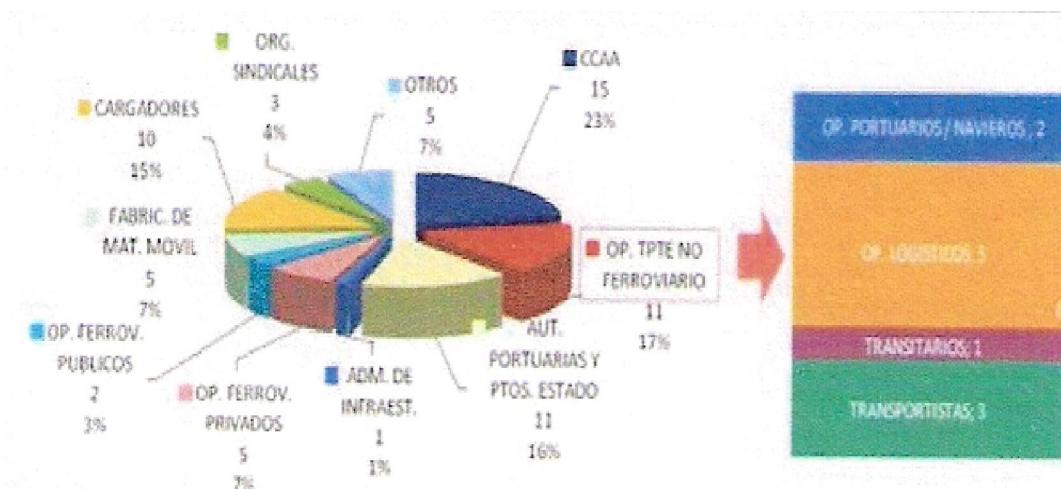


Figura 2. Resumen gráfico de los más de 67 organismos y empresas del sector que han diseñado este Plan.



El nuevo modelo ferroviario que separa la gestión de la infraestructura de la prestación de los servicios de transportes es ya una realidad y se han elaborado un amplio desarrollo normativo que garantiza la competencia empresarial y la seguridad en la prestación de los servicios.

El mercado ya está abierto al sector privado; en la actualidad ya se han concedido a 11 empresas. Seis de ellas ya cuentan con los certificados de seguridad y operan con normalidad y el resto lo hará próximamente.

Aunque el modelo de liberalización del transporte de mercancías por ferrocarril ya está en marcha, es necesario llevar a cabo una serie de medidas que aumenten la competitividad del sector y lo conviertan en una medida real y eficaz. Algunas de estas medidas que se van a desarrollar son:

- Compensar el actual déficit existente y mejorar la gestión de los servicios ferroviarios en sus diferentes ámbitos, se van a destinar para ello inversiones de casi 5 millones de € a nuevas infraestructuras y material móvil
- Se mejorará la prestación de los servicios logísticos adaptando las necesidades reales del mercado y se efectuaran nuevos desarrollos normativos para favorecer a las empresas un marco legal más favorable
- Una nueva red básica de transporte de mercancías, conectará corredores nacionales e internacionales y conectará las principales estaciones logísticas ferroviarias y los puertos generales del Estado.

El Plan incluye además una serie de medidas que encajan en cinco puntos estratégicos básicos:

- Nuevo modelo de gestión del sistema, transformando el modelo actual que tiene Renfe Mercancías, convirtiéndola en varias empresas mercantiles especializadas en los diferentes mercados.
- Mejora de las infraestructuras ferroviarias.
- Medidas para incrementar la calidad del servicio y la eficacia integrando el ferrocarril en la cadena logística, incluyendo así, referencias a estándares tecnológicos, automatización de terminales o de procesos de seguimiento de cargas como, cláusulas de calidad y de recursos humanos.
- Promover la intermodalidad y la colaboración entre nodos.
- Mejorar la sostenibilidad medioambiental del sistema de transporte.



En cuanto a la mejora de las infraestructuras ferroviarias es el que asume la mayor parte de los 7.500 millones de euros previstos. El 95% del total, es decir, unos 7.100 millones de euros, se destinaran a mejorar la infraestructura del ferrocarril de mercancías, es sus tres facetas principales:

- La red ferroviaria (dedicando para mercancías una carga de 25 toneladas por eje).
- Las conexiones a puertos.
- La red de terminales logísticas.

El otro cinco por ciento restantes son para el nuevo modelo de gestión y para implantar las medidas de calidad del servicio y eficiencia, estableciendo un eje piloto “low cost” en el transporte de mercancías, desarrollando planes de contingencia y muy importante, aumentando la capacidad de carga útil de los trenes, para rebajar los costes unitarios del transporte ferroviario

Entre las medidas más novedosas destaca el de la electrificación a 25.000 voltios de líneas no electrificadas o de las de nueva construcción. Se adaptara la red para admitir trenes de 750 metros tanto en línea como en terminales; la eliminación de cuellos de botella o la adaptación progresiva de gálibos (GC).

Alguna de estas medidas redundaría significativamente en una ganancia de competitividad y en la reducción de costes de un 13 por ciento por la electrificación y hasta de un 40 por ciento por el uso de trenes largos de 750 metros.



Figura 3. Mapa de España con las principales estaciones consideradas en el plan.



Como resumen del citado Plan Estratégico, se puede decir que se trata de impulsar al transporte de mercancías por ferrocarril, a través de la adaptación a las necesidades del mercado, aportando valor a la cadena logística global con criterios de priorización pactados con las autonomías y con objetivos de mejora de la gestión del sistema, de la calidad del servicio y de la sostenibilidad, incorporando iniciativas de I+D+i.

Cada instalación logística deberá de ser sometida a un estudio de viabilidad y se incentivarán los esquemas de participación público-privado de manera preferente. Las nuevas terminales deberán de ir ligadas a grandes nodos logísticos y conectadas a la Red Transeuropea de Transporte. Igualmente se potenciará la creación de centros logísticos especializados para tráficos de alto valor añadido vinculados a las líneas de alta velocidad.

Fuente: [27][28][29][30] / Elaboración propia



4.2- COMPARACION CON OTROS PAISES

España, en comparación con el resto de países de la Unión Europea, es el país con la menor cuota modal de transporte ferroviario de mercancías, siendo además el que mayores descensos ha experimentado respecto al conjunto de dichos países en la última década.

En la actualidad diariamente cruzan los Pirineos cerca de 20.000 camiones, con una previsión de crecimiento del 8% anual. Hoy en día el tráfico total entre la Península Ibérica y el resto de Europa supone unos 220 millones de toneladas al año, siendo la estimación de crecimiento para 2015 de 100 millones de toneladas más.

En el análisis global, de los 218,9 millones de toneladas de mercancías, 113,6 se movieron por mar, 101 por carretera y sólo 4,3 por ferrocarril (1,96%). De los 105,3 millones de toneladas que pasaron por los Pirineos (es decir, excluyendo las que se transportaron por rutas marítimas), sólo el 4% lo hicieron mediante el ferrocarril. El declive del ferrocarril es más palpable cuando se analiza la evolución del intercambio entre la Península y una Unión Europea de 15 Estados. Entre 1998 y 2003, el ferrocarril ha perdido un 5% de carga (de 4,4 millones de toneladas a 4,2). En ese mismo periodo, el transporte por mar ha crecido un 17% (de 63 a 73,9 millones), mientras que el transporte por carretera lo ha hecho en un 25% (de 77 a 96,6 millones).

La mayoría del crecimiento en el transporte ha sido absorbido por la carretera, por las facilidades que ofrece este modo en proporcionar una respuesta rápida, casi inmediata, a las solicitudes de servicio y por lo económica que es frente al resto. Igualmente, el transporte marítimo ha acogido en buena medida el aumento de la demanda hasta el límite de sus posibilidades, condicionado por la capacidad de los puertos para, desde éstos, enlazar con las redes interiores. El avión, por su parte, ofrece rapidez pero no gran volumen de mercancías.

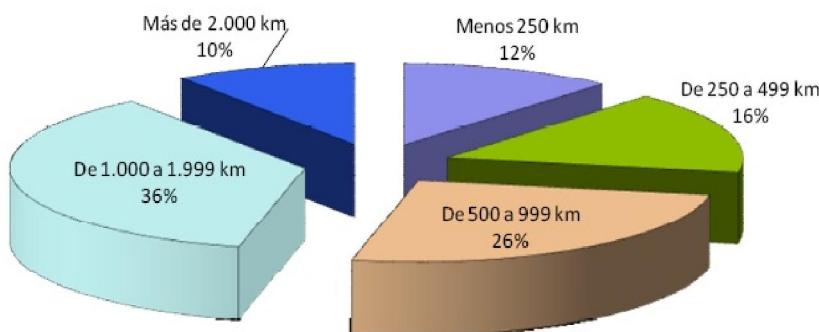


Figura 4. Gráfico donde según la distancia en kilómetros se observa el tonelaje transportado a nivel internacional por carretera.



La UE, en su Libro Blanco, establece con claridad el rol principal que otorga al ferrocarril. Una buena prueba de ello ha sido el tímido programa *Marco Polo*, creado en 2003, que no ha alcanzado el nivel de desarrollo deseable al carecer de continuidad y, sobre todo, de inversión. En este programa se pretendía reducir la congestión de las infraestructuras viarias y mejorar el impacto medioambiental de todo el sistema de transporte mediante el traslado de una parte de las operaciones de transporte de mercancías de la carretera al transporte marítimo de corta distancia, al ferrocarril y a las vías navegables interiores. Además, esta iniciativa no ha considerado adecuadamente a las empresas de transporte por carretera y no contempla posibles medidas de reconversión del sector.

Actualmente, los gobiernos de Suiza, Francia, Italia y Bélgica han establecido medidas concretas de apoyo y ayuda al desarrollo del transporte combinado que, al no ser establecidas de igual forma en España, perjudican la competitividad de las empresas de los operadores de transporte españoles y de los cargadores españoles, frente a sus homónimos europeos.

El Libro Blanco de Transporte de la UE recoge que, en la Unión en los últimos 30 años, se han clausurado una media anual de 600 kms de ferrocarril “mientras que la carretera los aumentaba en 1.200”. Como dato ilustrativo, se destaca que el ferrocarril transporta en la Unión tan solo un 8% de las mercancías, y las estimaciones de los expertos de la UE prevén una pérdida del 10% para 2011, lo que muestra que la Unión Europea no ha abordado eficazmente los problemas del ferrocarril. Esta participación es, en nuestro país, del orden del 4%. Respecto de lo anterior es conveniente apuntar que en los Estados Unidos el ferrocarril transporta el 40% del total de mercancías, las compañías son privadas y el coste de explotación por kilómetro recorrido es un 60% inferior a la media europea.

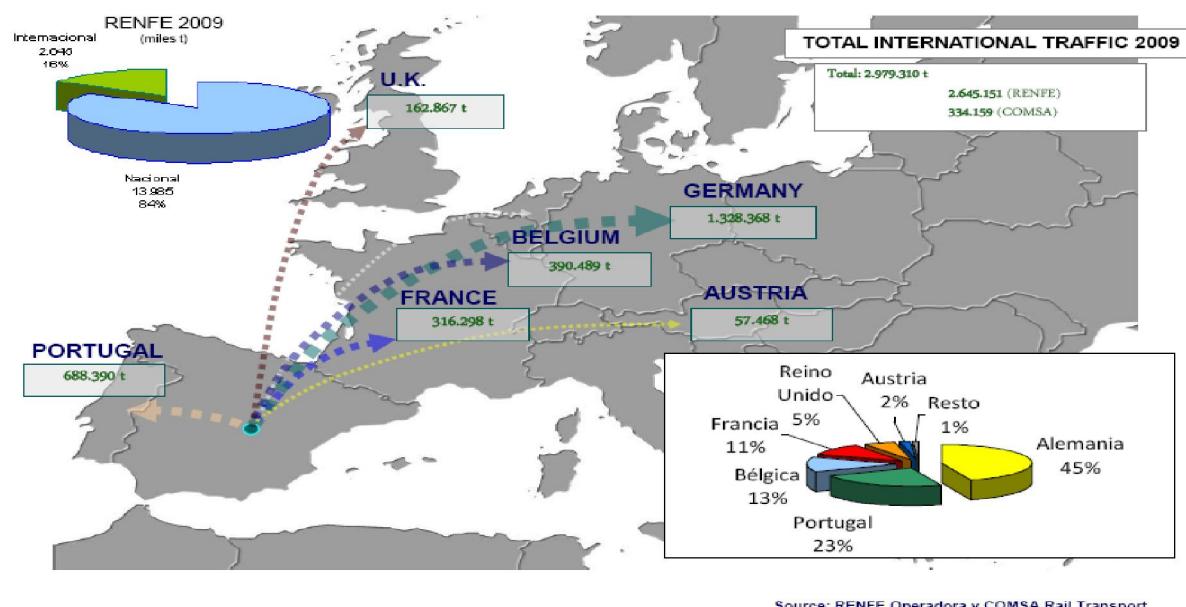


Figura 5. Mapa con la situación del transporte de mercancías entre distintos países europeos durante el año 2010.



Tras el fracaso del programa Marco Polo y a pesar de que la Comisión Europea (CE) emprendió medidas a comienzos de 2008 para relanzar el transporte de mercancías, todavía no se ha conseguido hacer frente a esta situación y abordar los problemas del transporte del ferrocarril en Europa. La Comisión Europea (CE) adoptó una serie de iniciativas para que el transporte de mercancías en la Unión Europea sea en un futuro más eficaz y sostenible, incluyendo un paquete de medidas que reúna propuestas a favor de la logística y a favor de una red con prioridad para las mercancías y los puertos europeos.

Con algunas excepciones, la mayor parte de los Estados miembros de la Unión Europea experimentaron un aumento constante de las mercancías transportadas por ferrocarril en los últimos 10 años, sin embargo estas cifras se vieron afectadas con el continuo bajón de la cuota de mercado del ferrocarril en materia de mercancías, pasando de un 20.9 en el año 1995 a un 17.4 % en el año 2005, siendo aun más bajas hoy en día. Debido a la alarmante preocupación por parte de la Comisión Europea, la CE se vio obligada a llevar una serie de iniciativas con las que se esperaba lograr unos tiempos de viaje más fiables y con una mayor calidad en el servicio para competir más eficazmente con la carretera.

El objetivo común de estas iniciativas, que fueron adoptadas por la CE era fomentar las tecnologías y prácticas innovadoras en materia de infraestructura, desarrollar los medios de transporte, mejorar la gestión del transporte de mercancías, simplificar los procedimientos administrativos y reforzar la calidad en toda la cadena logística.

Para ello se esperaba que cada Estado miembro pueda crear al menos un corredor en el año 2012. Para cada corredor se, establecerá un plan de inversiones, encaminado a suprimir los cuellos de botella y armonizar la longitud de los trenes y el gálibo. La Comisión Europea afirma también que animará a los gestores de la infraestructura a que implante complementariamente estaciones de clasificación y terminales que proporcionen capacidad suficiente para todas las empresas operadoras que utilicen el corredor.

Las propuestas de la Unión Europea fueron muy bien acogidas por la Comunidad de Ferrocarriles Europeos y Compañías de Infraestructura (CER) y por ello la CE aprobó el reglamento en diciembre del 2008, que servirá de base a la creación de una red de infraestructuras ferroviarias para el desarrollo de una eficaz y sostenible oferta de tráfico de trenes mercantes.



A partir de aquí la Comisión, los estados miembros y los gestores de infraestructura, así como otros actores del sector ferroviario, se pusieron manos a la obra a trabajar juntos, con el fin de conseguir un transporte competitivo de mercancías. En este proceso, la Comisión actuaba con pleno respeto a la subsidiariedad de los estados, a los cuales debían de decidir cuáles y por donde discurrían estos corredores.

El desarrollo de las mercancías ferroviarias fue una apuesta crucial para los transportes en Europa. El ferrocarril, el modo de transporte menos contaminante, podía ser una alternativa competitiva al transporte por carretera. Gracias a esto, la Comisión tuvo la ambición de hacer progresar la parte modal ferroviaria en el transporte de mercancías animando así a la creación de corredores a lo largo de los cuales el transporte de cargas podría gozar de condiciones mejoradas con respecto a la situación que existía a finales del año 2008. Esto permitiría a los operadores ferroviarios ser más competitivos en el mercado de las cargas ofreciendo un servicio de calidad.

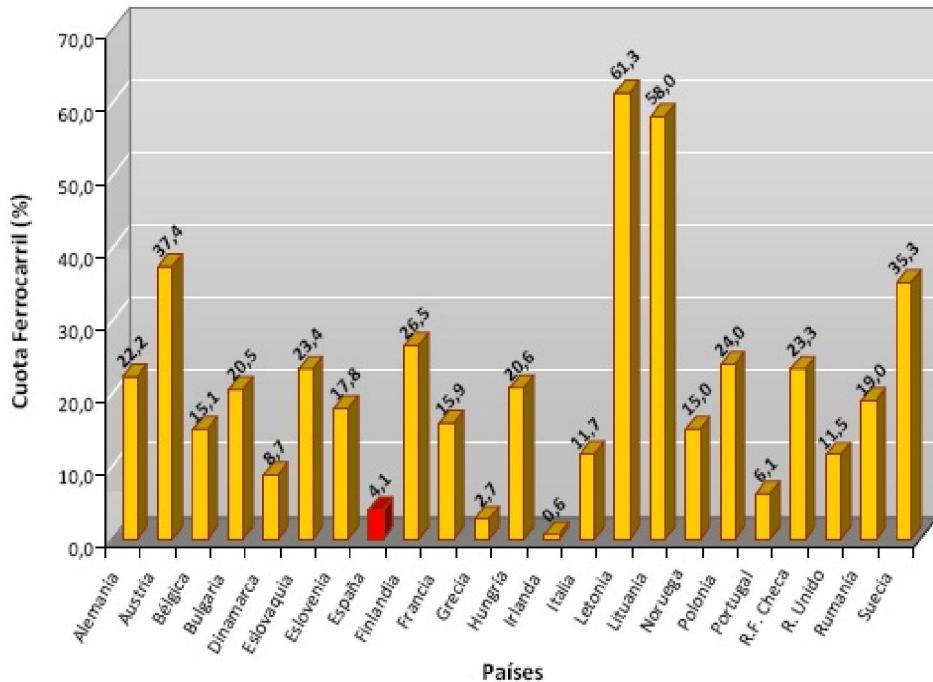


Figura 6. Gráfico con la cuota de transporte ferroviario de mercancías en distintos países europeos durante el año 2008.



Estos corredores permitirían:

- Integrar las infraestructuras nacionales a través de una cooperación reforzada entre los gestores de infraestructura, tanto en lo que concierne a las inversiones como en la gestión.
- Cubrir las necesidades de los operadores ferroviarios de cargas.
- Administrar eficazmente las infraestructuras que acogen trenes de pasajeros y trenes de mercancías para que las cargas no sigan siendo desfavorecidas sistemáticamente.
- Conectar mejor las infraestructuras ferroviarias con otros modos de transporte, algo imprescindible para el desarrollo de la comodidad.

Después de que el documento que aprobaba el reglamento para el desarrollo de los corredores fuera admitido, la Unión Europea impulso en junio del 2009, nueve corredores para el transporte de mercancías.

Dos de ellos afectan a España, el corredor mediterráneo que conectara Almería con Francia a través de Valencia y Barcelona y el corredor atlántico que unirá Lisboa y Algeciras con Francia, a través de Madrid y San Sebastián. Ambos corredores se pretende que estén en marcha en el plazo de tres años.

Finalmente y lo que se conoce hasta el momento, es que la Comisión Europea ofrecerá ayuda para reducir el transporte de mercancías por carretera, siempre y cuando estén integradas en el Programa Marco Polo II y tengan como objetivo:

- Reducir la congestión.
- Mejorar el comportamiento medioambiental del sistema de transportes.
- Potenciar el transporte intermodal.



Figura 7. Imagen final de la Infraestructura Ferroviaria del Corredor Mediterráneo, conectando con todos los puertos e instalaciones logísticas, permitiendo los pasos de trenes de hasta 750 m de longitud y independizando los tráficos de mercancías con los de viajeros.

El programa Marco Polo II recoge los objetivos del primer programa Marco Polo comentado anteriormente: reducir la congestión y mejorar el comportamiento medioambiental del sistema de transporte intermodal, contribuyendo a la creación de un sistema de transporte eficaz y sostenible, que aporte un valor añadido a escala comunitaria, sin repercusiones nefastas para la cohesión económica, social o territorial.

Ahora bien, Marco Polo II incluye disposiciones nuevas. En primer lugar, propone una cobertura geográfica más amplia. Se aplica, así, a acciones que se refieren al territorio de al menos dos Estados miembros o de al menos un Estado miembro y un tercer país cercano.



Las acciones que pueden optar a ayuda son las siguientes:

- **Las acciones de efecto catalizador** se proponen superar los obstáculos estructurales importantes en el mercado comunitario del transporte de mercancías que dificulten el funcionamiento eficaz de los mercados, la competitividad del transporte marítimo de corta distancia, ferroviario o por vías navegables interiores, y/o la eficacia de las cadenas de transporte que utilizan estos modos de transporte. Su objetivo es mejorar las sinergias en los sectores del transporte ferroviario, del transporte por vías navegables interiores y del transporte marítimo de corta distancia, incluidas las autopistas del mar, para una utilización más adecuada de las infraestructuras existentes.
- **Las acciones de transferencia modal** se proponen transferir el transporte de las mercancías de la carretera a las vías marítimas de corta distancia, al ferrocarril, a las vías navegables interiores o a una combinación de modos de transporte. El objetivo es que el trayecto por carretera sea lo más corto posible.
- **Las acciones de aprendizaje en común** se destinan a mejorar la cooperación para optimizar, de manera estructural, los métodos y procedimientos de trabajo en la cadena de transporte de mercancías, teniendo en cuenta las exigencias de la logística.
- **Las autopistas del mar:** el objetivo de esta idea, presentada en el Libro Blanco de 2001 sobre la política europea de transportes, es transferir de forma directa una parte del transporte de las mercancías de la carretera a las vías marítimas de corta distancia o a una combinación de transporte marítimo de corta distancia con otros modos de transporte en la que el trayecto por carretera sea lo más corto posible. Por ejemplo, podrían crearse autopistas del mar entre Francia y España para evitar la congestión en las carreteras de los Pirineos.
- **Las acciones de evitación del tráfico rodado** son acciones innovadoras destinadas a integrar el transporte en la logística de la producción para evitar un gran porcentaje de transporte de mercancías por carretera, sin repercutir negativamente sobre los resultados de producción o el empleo.

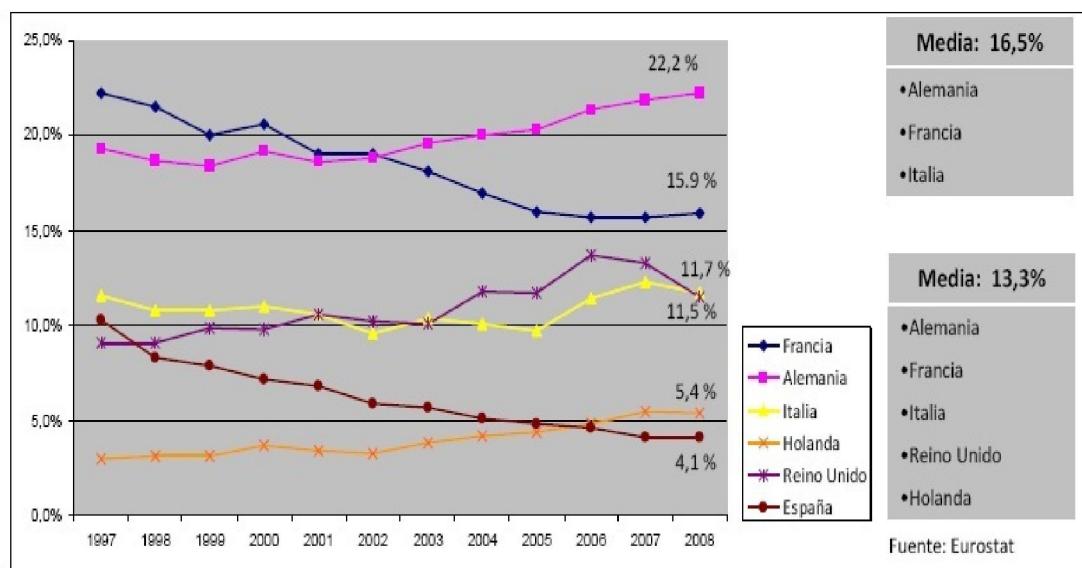


Figura 8. Evolución de la cuota modal en diversos países de la Unión Europea comprendido entre los años 1997 y 2008. Se puede ver perfectamente el descenso que se ha producido en nuestro país pasando del 10% al 4.1 por ciento.

Fuente: [31][32][33][34][35][36][37][38][39][40][41] / Elaboración propia



4.3- CAUSAS DE LA SITUACION ACTUAL EN ESPAÑA

La escasa inversión pública que se ha utilizado para las infraestructuras ferroviarias, la ausencia de políticas correctas que hayan favorecido la intermodalidad entre medios, la falta de prioridad que han tenido las mercancías frente al transporte de viajeros y la dificultad de operar con otras redes europeas, principalmente porque disponemos de otro ancho de vía son las causas principales de la actual situación que tenemos en España.

Se pueden sintetizar en dos grandes bloques las causas del estado de la situación actual:

A) FALTA DE COMETIVIDAD EN MATERIA ECONÓMICA.

En condiciones normales de explotación, el coste unitario de la tonelada transportada por ferrocarril debería ser inferior al coste por carretera para distancias medias y largas (mayores de 600 km) pero en la práctica no es así. Las causas de estas circunstancias se deben básicamente a:

- La existencia de unos costes inefficientes, como son los costes de maniobras innecesarias, cambio de ancho de vía, etc.
- La falta de inversiones específicas para el transporte ferroviario de mercancías tanto en infraestructuras lineales como nodales (terminales -centros logísticos ferroviarios).
- Bajo aprovechamiento de los 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 las 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.



Además la baja interoperabilidad con las estructuras ferroviarias del resto de Europa, genera impactos negativos en calidad y coste.

B) FALTA DE CALIDAD/ FIABILIDAD DEL SERVICIO

Se refleja tanto el descenso del transporte ferroviario como en las opiniones de los usuarios y es debido fundamentalmente a la rigidez y lentitud de respuesta de las entidades públicas ferroviarias a las necesidades del mercado, que presentan diferencias en materia de calidad y competitividad de los servicios que prestan.

A ello hay que añadir el déficit existente en el desarrollo de la intermodalidad, puesto de manifiesto por distintas asociaciones.

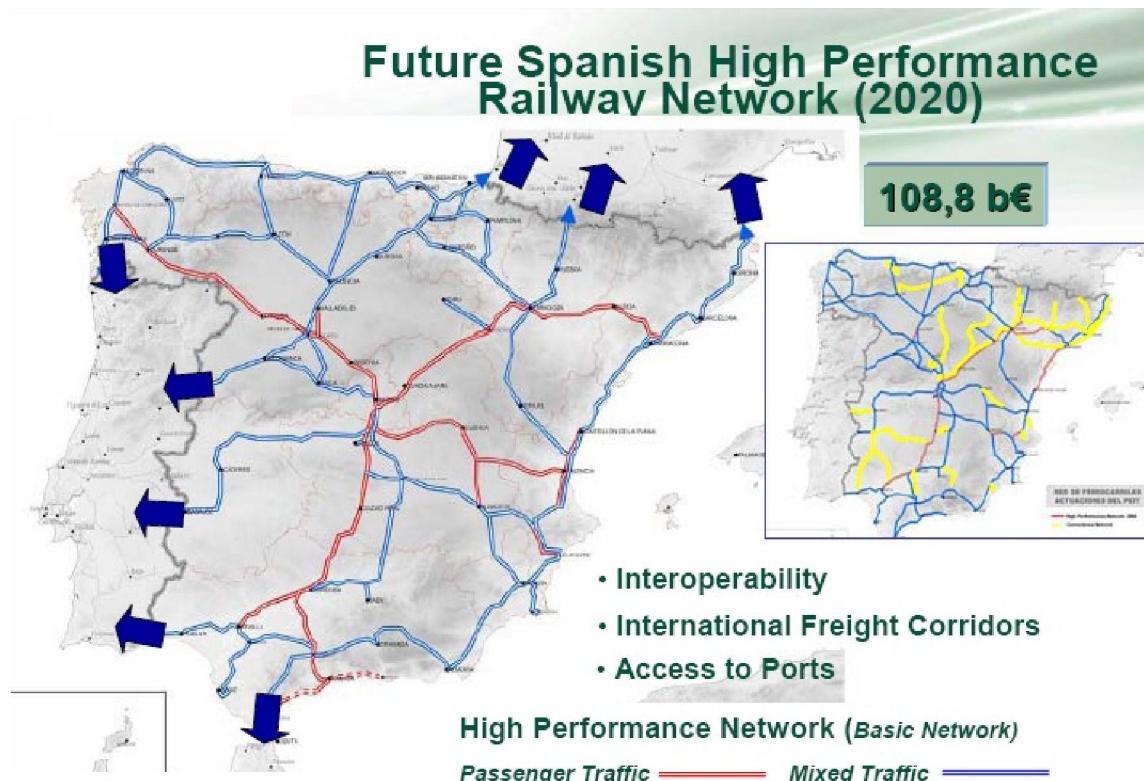


Figura 9. Futura situación esperada de la red ferroviaria de alto rendimiento en España.

Fuente: [42][43][44] / Elaboración propia



CAPÍTULO 5

PROPUESTAS DE MEJORA



5.1- “RECETAS” IMPRESCINDIBLES PARA MEJORAR EL SERVICIO FERROVIARIO

Una vez llegados a este apartado y explicado la actual situación que sufre el transporte ferroviario de mercancías, tanto de España como en el resto de Europa, me gustaría poder dar una serie de pautas con las que se podría mejorar esta situación que tenemos en nuestro país. Empezando por ejemplo, por lo que se lleva mucho tiempo queriendo hacer, lo que es un sueño para España, pasar de trenes de 450 metros a 750 metros y terminando con aspectos burocráticos y de inversiones, me gustaría dar una visión detallada de cada una de las mejoras, que si se llevan a la práctica en un futuro no lejano, no cabrá duda de que se habrá logrado uno de los objetivos fundamentales del Ministerio de Fomento de España de pasar de una cota de transporte del 4 % a una del 8-10 % en el año 2020.

Los planes de mejora que se proponen son:

1) Se debe invertir y mejorar drásticamente en infraestructuras.

En primer lugar, en cuanto a las infraestructuras de la vía, El administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) debe proveer a las Empresas Ferroviarias de una estructura viaria mínima para que pueda circular por ella todo tipo de Tren Europeo de mercancías de 750 metros, creando por ejemplo un tercer carril que permita su circulación. Para ello se deben adaptar o alargar las estaciones, apartaderos, terminales y vías de emergencia para así permitir la circulación de trenes de al menos 750 metros de largo en los principales corredores de transporte de mercancías, cabe destacar que actualmente el límite en España es de 450 metros, frente a la longitud mínima de 750 metros en el resto de Europa.



Con el aumento de los trenes a 750 m, además de incrementarse la productividad del transporte ferroviario en España, solventaremos el problema que existe actualmente y es que, cuando un tren de tipo Europeo llega a la frontera con España, este sólo tendría que cambiar de medios de tracción y no “partirlo” en dos trenes de tipo Ibérico, a la inversa en sentido contrario, con el problema económico que ello conlleva por el tiempo invertido correspondiente.

En los ejes principales de tráfico se deberá estudiar la posibilidad de construir líneas auxiliares de varios kilómetros, lo suficientemente largas para que entren los trenes europeos de 750 m y se queden estacionados mientras permitan a los trenes de viajeros que vengan en ese momento, el adelantamiento de los trenes de mercancías, sin la necesidad de esperar a la maniobra de estos últimos en los apartaderos o pararlos por completo. También se debería de recuperar y adecuar determinados tramos de vías cerradas al tráfico, adecuándolas al transporte de mercancías.

Además de las infraestructuras de la vía, no habrá que olvidarse de las infraestructuras que conlleva construir circunvalaciones ferroviarias en las grandes ciudades e independizar las redes de cercanías de la red general para resolver los grandes problemas de congestión de tráfico que existe.

A diferencia del transporte por carretera, también se hace necesaria la utilización de Terminales de Trasbordo para el transporte de mercancías por ferrocarril, en especial el transporte combinado, o lo que es lo mismo, la utilización de una Red Nodal, configurada por Terminales Nodales entrelazadas entre sí, por vías que permitan apartar a los trenes de tipo europeo. El precio de venta al cliente final incluirá la transmisión en cadena de los costes facturados por el Ministerio de Fomento, a través de ADIF por manipulación y almacenaje.



2) Necesidad de la creación de una red ferroviaria exclusiva para el transporte de mercancías.

Se deben eliminar los cuellos de botella y tramos saturados en el Transporte de Mercancías por Ferrocarril. Se debe fijar una red de transporte ferroviario de mercancías, incluyendo infraestructuras e instalaciones, con capacidad suficiente en los corredores más importantes, con una buena accesibilidad a nodos y plataformas logísticas y a la red europea. Será necesario para ello disponer de una red de terminales intermodales eficiente, que sean independientes y su ubicación y características deban estar determinadas exclusivamente para intereses económicos y de negocio.

3) Asegurar la existencia del incremento en la productividad ferroviaria.

El potencial de incremento de la productividad ferroviaria es claramente proporcional al tamaño de los trenes utilizados, es decir que cuanto más largos sean los trenes, más productivo será el transporte de mercancías y más rentable. Se puede ver muy bien reflejado en la siguiente tabla:

TIPO	Nº VAGONES	TBR(toneladas brutas transportadas)	T.NETAS	LONGITUD
TREN IBERICO	20 x 60'	900	500	450 m
TREN EUROPEO	40 x 60'	1.800	1.000	750 m
TREN USA	120 x 60'	5.500	3.000	2.400 m



Gracias a la utilización de trenes europeos con longitud de 750 metros se puede obtener una repercusión directa en la rentabilidad del servicio, logrando reducir el coste por tonelada hasta un 35%. Por supuesto que aun sería más barato si se utilizasen los trenes americanos en Europa, pero eso por el momento es algo totalmente impensable.

4) Cuidar en todo momento el medio ambiente.

El Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT), plantea tres fases para preservar el medio ambiente: la primera realizada entre 2005-2008 en la que se construyó la mayor parte de las infraestructuras de alta capacidad (autovías, trenes de alta velocidad); la segunda de transición, comprendida entre 2009-2012; y por último y fase más importante la comprendida entre 2013-2020, en la que se pondrán en marcha diversas medidas ambientales para reducir los impactos del transporte.

Para ello es necesario, como sucede en otros sectores y agentes sociales, que las medidas ambientales se pongan en marcha desde el primer momento, y que se invierta de forma prioritaria en los modos de transporte con menor impacto ambiental, potenciando medidas positivas, como el fomento de la intermodalidad y la realización de planes de movilidad sostenible.

5) Gálibos.

Habrá que analizar la posibilidad de aumentar el gálibo en algunos tramos de los ejes principales, necesario para poder competir con la carretera que dispone ya de una altura máxima de 4.5 metros en los porta-autos (básico para el sector del automóvil).

Los beneficios que se pueden esperar de esto, unidos a los aumentos esperados de la productividad interna del propio sistema ferroviario, serían de un 61% de incremento de la capacidad (es decir, un 41% directamente vinculado a las inversiones y un 20% al incremento de la eficiencia interna del sistema).



6) Surcos.

Para realizar un trayecto controlado un tren debe de solicitar un “slot” (un espacio), en el que se establezca el horario establecido al que se le permite circular. Las compañías ferroviarias solicitan al administrador de la infraestructura (ADIF) que les reserve un determinado tramo para su circulación. Si el surco es concedido, el tren tiene reservado ese turno, y tiene preferencia sobre los demás trenes.

Es muy importante que se garantice el respeto de estos surcos asignados para evitar en todo momento las interferencias de los trenes de mercancías con los de pasajeros.

Cuando el administrador de infraestructuras desarrolla los surcos disponibles lo hace intentando sacar el máximo partido a la red buscando que los diferentes surcos se interfieran entre sí lo mínimo posible. Es un aspecto que hay que tener muy en cuenta y en el que se deben mejorar las condiciones de servicio y de precio de los movimientos en vacío y envío de talleres.

ADIF ha tratado de buscar un diseño de surcos que fuera complementario con las habituales tareas de mantenimiento de la red, con un detallado y cuidadoso estudio de tráfico diseñado en función de las estaciones capaces de apartar estos largos convoyes de 750 metros si fuera preciso.

7) Terminales ágiles, capaces y flexibles.

Las terminales tienen que estar preparadas para dar servicio a estos convoyes de tipo europeo de 750 metros de longitud para reducir al mínimo el número de maniobras.

Se recomienda que sean terminales “pasantes”, y es que no deben interferir con las vías de cercanías en las ciudades, con el fin de minimizar los costes e incrementar la fiabilidad del servicio.



A su vez estas terminales deben de ser ágiles y capaces en su funcionamiento. Es muy importante la flexibilidad que ofrece una terminal en los horarios, pues ello implica en un mejor aprovechamiento del resto de los activos. Supondrá además cumplir las expectativas de una industria que trabaja con tiempos cada vez más ajustados en su aprovisionamiento y también en la distribución de sus productos.

Asegurar una buena coordinación entre Terminales y movimientos de trenes, siempre dando una respuesta flexible y coordinada con el movimiento de los trenes. Deben ser aptas para transporte y estancia provisional de todo tipo de mercancías, incluidas las peligrosas.

8) Puertos.

Habrá que garantizar la intermodalidad y complementariedad de los distintos medios de transporte de mercancías, lo que exige invertir en la conexión del sistema ferroviario e intermodal con el sistema portuario español, tanto a nivel de conexiones de red, como de terminales intermodales.

9) Zona pirenaica.

En la zona de los pirineos, entre la frontera con Francia, existe un espacio físico muy reducido, por lo que debido a esta limitación, se debería de analizar la posibilidad de convertir dos estaciones de la red (cercañas a las dos instalaciones de dicha frontera) en estaciones “pulmón”, para mejorar la gestión actual del tráfico e incrementar sustancialmente su capacidad.

Habrá que dar soporte al desarrollo de la creación de una red de alta capacidad carretera- ferrocarril entre Zaragoza y Toulouse.



10) Calidad de la oferta ferroviaria.

Es esencial tratar de conseguir una respuesta efectiva y ágil a las necesidades de transporte, a la vez que sea fiable. Deberán de existir penalizaciones por incumplimientos en el servicio de transporte ferroviario para dar respaldo a los derechos que los usuarios tienen y así hacer un servicio de calidad.

El precio lo marcará y fijara el mercado de la oferta y la demanda, por lo tanto solo serán rentables, o simplemente sobrevivirán, las empresas de menor coste. Hay que tener en cuenta que el transporte es de libre concurrencia entre los diversos modos de transporte (carretera, marítimo, aéreo, ferrocarril, etc.) y además se deberá de preocupar el ferrocarril, de mejorar sus costes y de no intentar trasladarlos al mercado, como ha sucedido en los últimos 50 años, perdiendo así cuota de mercado.

11) Carga por eje a 25 Toneladas.

ADIF debe facilitar las infraestructuras necesarias para aumentar el peso transportado por eje en los corredores de mercancías y tratar de llegar así, a las 25 Toneladas metro en los principales.

Por otra parte se deberá de encargar de la electrificación de líneas que permita mediante la utilización de tracción eléctrica, reducir los costes unitarios hasta un 13 %.

12) Burocracia.

Por último no hay que olvidar que tan importante como todo lo anterior es el aspecto burocrático, y es que debería de haber una simplificación de la tramitación burocrática – administrativa ante la Administración Española, sin penalizar a los operadores españoles frente a los extranjeros.



13) Inversiones.

Es evidente que las inversiones en el sector ferroviario son necesarias. Entre ellas, la creación de ayudas financieras específicas que reviertan directamente al conjunto de las empresas de transporte por carretera que “conjuguen” este modo con otros, marítimo y ferroviario, para bonificar cada envío que se efectúe en transporte combinado con destino nacional e internacional, así como para la inversión en quipos y en material para la realizaciones de los mismos, de tal modo que se logre una igualdad de condiciones de competitividad con respecto a los europeos. Asimismo, se propone potenciar la renovación y sustitución del parque ferroviario de vagones y contenedores a través de un “Plan Renove”.

Algunas de estas medidas ya se han puesto en marcha y gracias a ello se ha podido cumplir el sueño de que a España lleguen trenes de tipo europeo, es decir de 750 metros. Y es que desde el 21 de diciembre de 2010 y con cuatro trenes semanales, se abrió en nuestro país, la primera vía con ancho internacional para el transporte de mercancías y para el transporte de alta velocidad. Se trata del novedoso corredor Puerto Barcelona-Perpiñán que comunica España con Francia gracias a la explotación de 76 Km de la LAV Barcelona-Figueres y de otros 92 Km de adaptación de la red convencional existente mediante la instalación de un tercer carril, que enlazan al final con la sección internacional Figueres-Perpiñán, implicando todo ello la nueva y primera vía hacia Europa de ancho internacional. Esto es un hito para el transporte ferroviario de mercancías en España y supone un ahorro de 6 horas, ahorro no solo de tiempo si no también energético y de petróleo. La adecuación para trenes de 750 m ha supuesto la construcción de seis nuevos apartaderos y una mayor seguridad de la infraestructura.

Después de esta primera puesta en marcha, por parte de la conexión realizada entre España y Francia ya se han empezado a hacer otra serie de pruebas. Esta vez en el corredor Madrid-Valencia, exactamente entre Puerto Seco de Vicálvaro (Madrid) y fuente de San Luis (Valencia), el pasado febrero de 2011 con un positivo balance durante su primer mes de uso, en el que se han validado las expectativas que se había puesto en este proyecto.



Se han cumplido horarios y además pueden presumir de una alta ocupación y de lo que va a suponer una alta rentabilidad para los clientes del ferrocarril, haciéndoles ahorrar hasta un 15 % más con respecto a otras circulaciones estándar, gracias a la disminución del coste de tonelada transportada por tren. Si seguimos así seguro que podremos igualarnos a la media europea en cuanto a la cuota de transporte de mercancías por ferrocarril en un periodo corto de tiempo.

En contrapartida cabe destacar que la alta velocidad puede no ser adecuada para el transporte ferroviario de mercancías en régimen de cargas completas, pero podría ser un medio apropiado para la paquetería Express (rápida y ligera) aunque no se conozcan experiencias al respecto en el trayecto Madrid-Sevilla en los últimos 18 años.



Figura 1. Foto del puerto de Barcelona donde ya tiene su conexión ferroviaria de ancho europeo con Perpiñán.

Fuente: [45][46][47][48][49][50][51][52][53][54][55][56] / Elaboración propia



CAPÍTULO 6

ESTUDIO PRÁCTICO



6.1- ESTUDIO DETALLADO PARA UN TREN DE 450 METROS

En este quinto y último capítulo, se pretende hacer un estudio detallado de dos trenes iguales en cuanto a vagones, pero diferentes en cuanto a locomotoras y longitud. El primer estudio a realizar, en este apartado, va a ser para un tren de mercancías de 450 metros y el segundo será para un tren de 750 m. Se pretende ver si la locomotora elegida en cada caso es adecuada, es decir, soporta los esfuerzos de transmisión y de tracción y tiene la potencia adecuada para soportar el número de vagones de cada tipo de tren. Queremos hacer ver que es posible que se haga el aumento de pasar de trenes de 450 metros a trenes de 750 metros en España.

Según lo dicho, comenzaremos el estudio, con un tren de una longitud de 450 metros, para ello se ha elegido primeramente una locomotora diesel-eléctrica de la serie 333.



Figura 1. Vista lateral de la locomotora serie 333.

La locomotora diesel 333 surgió de elección del modelo General Motors GM26T, de 3.300 CV, siendo la primera locomotora diesel de RENFE equipada con transmisión continua-trifásica, y calefacción eléctrica para el tren. Puede dar servicio tanto para líneas de pasajeros como de mercancías, que es nuestro caso. Una de sus novedades es que fue la primera locomotora diesel de RENFE en contar con un equipo de control electrónico.



Sus características principales son:

- Ancho de vía: 1,688 mm.
- Disposición de ejes: Co-Co.
- Potencia Nominal: 1.875 kw (2.494 CV).
- Peso en servicio: 120 t.
- Velocidad máxima: 150 km/h (41,67 m/s).
- Esfuerzo tractor en el arranque: 330 kN.
- Esfuerzo tractor a velocidad máxima: 47 kN a 150 km/h.
- Radio mínimo de curva: 105 m.
- Capacidad de combustible: 4.500 l.
- Consumo medio: 4,43 l/km.
- Autonomía: 950 km.
- Combustible: gasóleo.

Veamos a continuación las dimensiones de la locomotora:

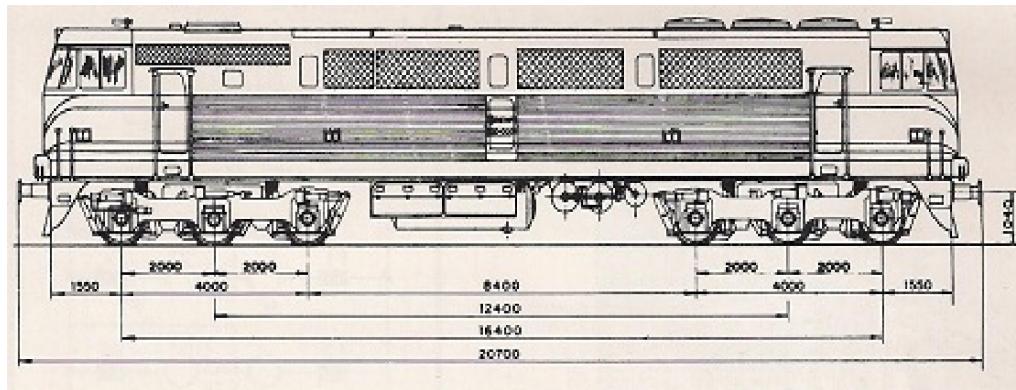


Figura 2. Dimensiones de la locomotora.

Como se puede observar, el dato que nos interesa para nuestro estudio, es la distancia entre topes.

$$\text{Distancia entre topes (locomotora)} = 20,7 \text{ metros.}$$



Una vez conocidos los datos más relevantes de la locomotora para nuestro estudio, daremos a conocer los vagones que van a ser movidos por la locomotora. Se ha elegido un vagón tolva abierto, utilizado para el transporte de productos diversos.

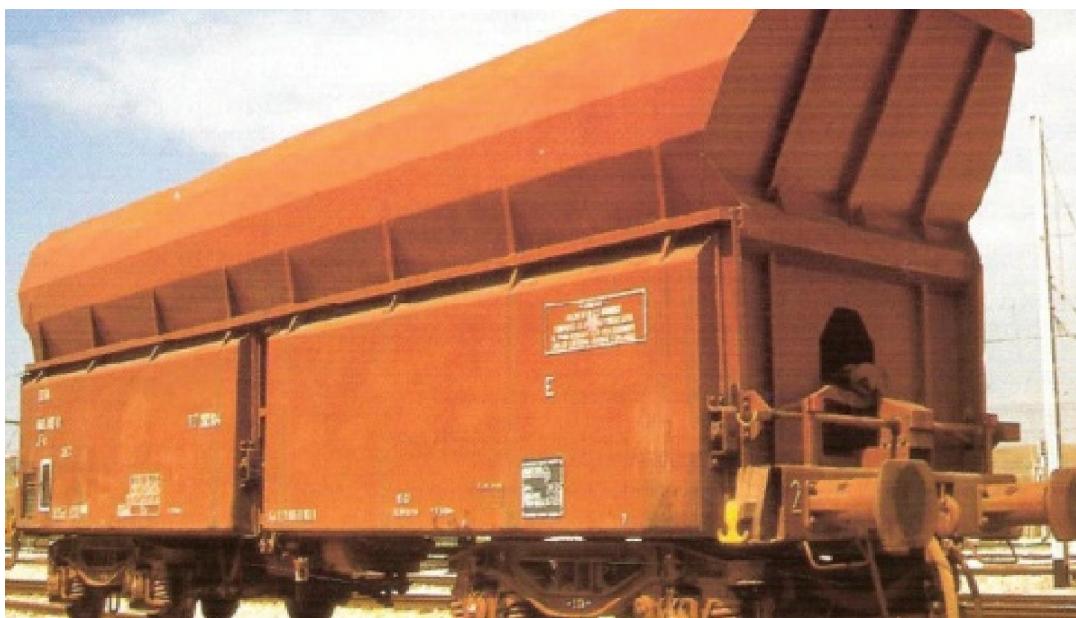


Figura 3. Vagón Tolva abierto para el transporte de productos diversos. Tipo TT6.

Las características y dimensiones del vagón elegido se pueden observar en la siguiente imagen.

Numeración	Nacional TI Internacional	202.001 a 202.350 32716650000-6 a 349-7
Características Generales		
Carga Máxima t	55,2	
Tara Media t	24,8	
Freno	Aire Comprimido	
Velocidad Máxima km/h	100	
Long. entre Topes m (f)	12,54	
Altura Máxima m (g)	3,98	
Altura Boca Descarg. m (h)	0,94	
Empate m (i)	7,50	
Volumen Útil m ³	70,0	
Otras Características		
Dimens. Boca Carga. m (p)	11,90x1,95	
Descarga	Manual-Bilateral	
Nº Bocas Descarga	4	
Dimens. Boca Descarg. m (q)	4,87x1,50	
Operativa Bº Descarga	Por testero -2 a 2	
Apertura Máxima m	0,60(*)	
Año de Construcción	1.980-1.981	

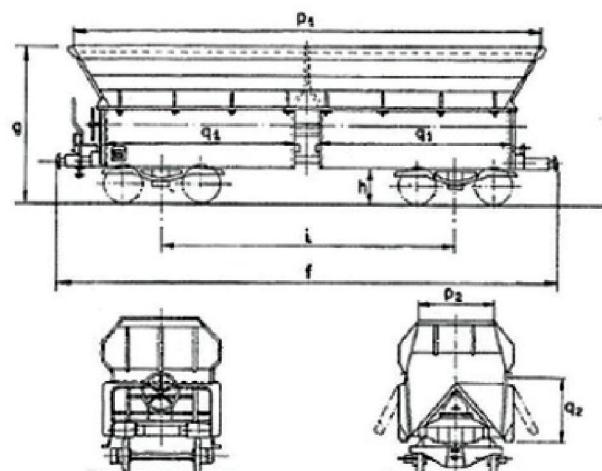


Figura 4. Características del vagón tolva seleccionado.

ESCUELA UNIVERSITARIA INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA



Al igual que hemos realizado con la locomotora empezaremos por ver la longitud que tiene entre topes dicho vagón. Observamos en la figura 4 que la distancia entre topes es igual a 12,54 metros, por lo que ahora ya podemos saber la longitud total que va a tener nuestro tren.

$$\text{Distancia entre topes (vagón)} = 12,54 \text{ m}$$

La longitud total del tren nunca se deberá sobreponer de los 450 metros en este primer estudio, porque debemos mirar siempre por el lado de la seguridad.

Para sacar la longitud total del tren y por lo tanto adivinar la cantidad de vagones que va a llevar, debemos restar a 450, la distancia entre topes de la locomotora y después ese dato dividirlo entre la distancia entre topes del vagón tolva (12,54 m). Así conseguiremos que nos dé el número de vagones que andamos buscando.

$$450 - 20,7 = 429,3 \text{ metros disponibles para vagones.}$$

$$\frac{429,3}{12,54} = 34,23 \text{ nº vagones que caben en nuestro tren.}$$

34,23 es el número que nos ha salido, como no podemos coger un número decimal tenemos que redondearlo por abajo, porque si cogemos 41 nos pasariamos de los 450 metros de longitud total y podría no soportarlo la locomotora elegida. Por lo tanto:

$$\text{Nº vagones} = 34 \text{ vagones tolva TT6.}$$

Ahora ya sabemos la longitud total de nuestro tren:

$$\text{Longitud total} = 20,7 + (34 \times 12,54) = 447 < 450 \text{ m} \rightarrow \text{ES CORRECTO}$$



Ahora que ya conocemos el número de vagones, podemos proceder a realizar el estudio calculando para ello la resistencia al avance que opone el conjunto de vagones a la locomotora. En nuestro estudio se simplifican los cálculos porque la locomotora, al ser relativamente nueva, dispone de todas sus ruedas motrices y además, incorpora un sistema antipatinaje denominado IDAC (Instantaneous Detection And Correction), que traducido al español, significa detección y corrección instantánea.

A través de una serie de transductores se miden las posibles diferencias de intensidades consumidas por cada dos motores de tracción, para ser recogidas y analizadas por el equipo de control. En función de lo que interprete el equipo, modificará la tensión de referencia haciendo disminuir la excitación del alternador principal y por tanto la velocidad de los motores de tracción.

Para calcular la resistencia al avance, utilizamos una fórmula sacada de los apuntes de clase, de la asignatura ferrocarriles del capítulo 6 (tabla 6.2). En esta tabla se ha seleccionado la fórmula para trenes de mercancías con bogies. En nuestro caso hemos elegido esa porque los vagones tolva seleccionados disponen de bogies. Posteriormente veremos otro caso con vagones que no disponen de bogies si no que disponen de ejes.

Resistencia para el avance para tren de mercancías con eje:

$$r = 1,5 + (V^2/4000) \text{ } Kp/T$$

Velocidad del vagón, obtenida de la figura 4:

$$V = 100 \text{ Km/h}$$

Sustituyendo y operando, obtendremos la resistencia por cada vagón y en función de su peso:

$$r = 1,5 + \left(\frac{100^2}{4000} \right) = 4 kp/T$$



Multiplicamos ahora por el número total de vagones y por el peso de cada uno de ellos para obtener así, la resistencia total al avance del tren en su totalidad. El peso de cada vagón, lo obtenemos al sumar la tara más la carga total admitida (suponemos que está completamente cargado), ambos datos obtenidos de la figura 4.

$$\text{Peso de un vagón} = 24,8 T + 55,2 T = 80 T$$

$$Nº \text{ total vagones} = 34$$

Operando:

$$R = 4 \frac{Kp}{T} \times 34 \times 80 T = 10.880 Kp$$

Pasándolo a KN nos da:

$$R = 10.880 \times 9,8 = 106.620 N = 106,62 KN$$

Ahora compararemos este dato obtenido con el esfuerzo de tracción que es capaz de obtener la locomotora serie 333 elegida.

Según la fórmula obtenida del capítulo 6.5 de los apuntes de ferrocarriles:

$$E = P \times \mu$$



Donde:

E = Esfuerzo de tracción.

P = Peso adherente, al tener la locomotora 333 todas las ruedas motrices es igual al su peso total. Peso de la locomotora = 120 T.

μ = Coeficiente de adherencia. Oscila entre 0,4 para locomotoras con motor monofásico y antipatinaje y 0,2 para locomotoras con motor de corriente continua y sin antipatinaje. Para la locomotora 333, se ha elegido $\mu=0,35$.

Sustituyendo y operando:

$$E = 120.000 \times 0,35 = 42.000 \text{ Kp}$$

Pasándolo a KN nos da:

$$E = 42.000 \times 9,8 = 411600 \text{ N} = 411,600 \text{ KN}$$

Hacemos el análisis de los datos obtenidos:

$$\left. \begin{array}{l} R = 106,62 \text{ KN} \\ E = 411,600 \text{ KN} \end{array} \right\} E > R$$

Como el esfuerzo de tracción soportado por la locomotora es mucho mayor que la resistencia que opone el conjunto de vagones, no va a patinar al arrancar. La locomotora con sus 3.300 CV no tendrá ningún problema para mover un tren de 450 metros totalmente cargado y dado que la diferencia es muy grande tampoco lo tendrá para mover ningún tipo vagón con cualquier otro material más pesado.



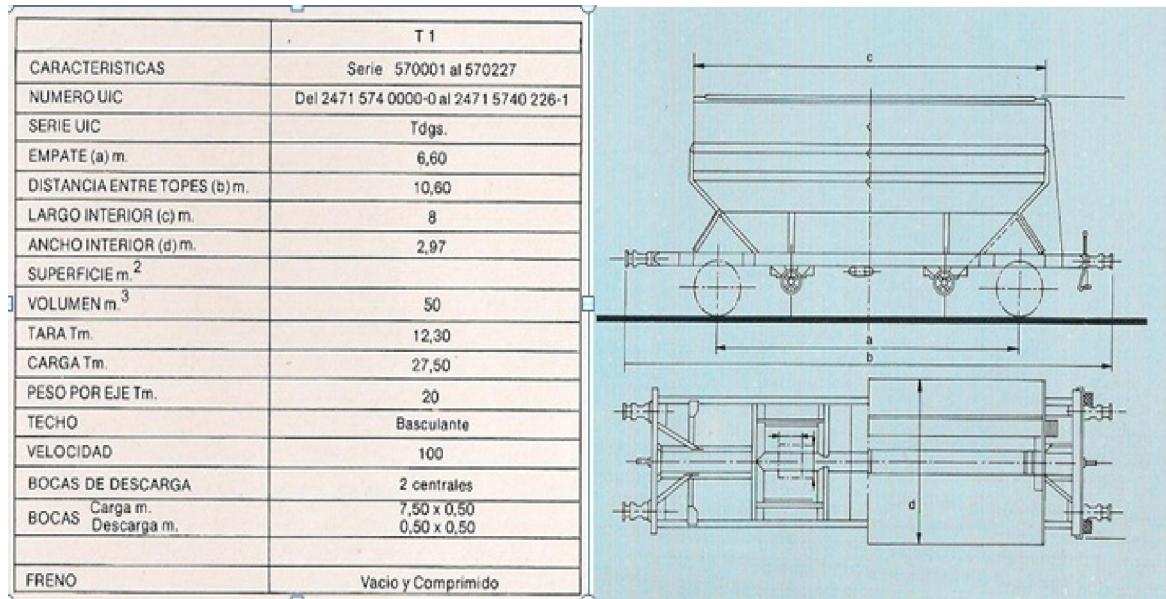
Para comprobar que esto es cierto y que la locomotora puede mover otro tipo de vagones más pesados se realizará a continuación los mismos cálculos, de una manera más rápida y menos detallada. Se había elegido en un principio un vagón plataforma debido a que su peso suele ser mayor que cualquier otro tipo de vagón, pero también es mucho más largo, repercutiendo esto en el número de vagones y dándonos al final un resultado poco diferente a la R obtenida anteriormente.

Finalmente se ha optado por elegir otro vagón tolva, utilizado para el transporte de cereales, pero con la particularidad de que no tiene bogies sino que dispone de ejes, con lo que la resistencia es distinta a la calculada anteriormente al ser una fórmula distinta.



Figura 5. Vagón tolva T1 (cereales).

Las características y dimensiones del vagón elegido se pueden observar en la siguiente imagen.



Figuras 6. A la izquierda se representan las características y a la derecha el diagrama con las dimensiones del vagón T1 para cereales.

Se procede a poner todos los cálculos directamente y no explicados tan detalladamente cómo se ha realizado anteriormente:

$$\text{Distancia entre topes (vagón)} = 10,60 \text{ metros.}$$

$$450 - 20,7 = 429,3 \text{ metros disponibles para vagones.}$$

$$\frac{429,3}{10,60} = 40 \text{ n}\text{º vagones que caben en nuestro tren.}$$

$$\text{Longitud total} = 20,7 + (40 * 10,6) = 444,7 < 450 \text{ m} \rightarrow \text{ES CORRECTO}$$

En este caso para calcular la resistencia al avance, se usara otra fórmula, porque como se ha comentado anteriormente, este vagón dispone de ejes, por ello:

$$r = 1,5 + \left(\frac{V^2}{1600} \right) Kp/T$$



La velocidad obtenida de la figura 6, es la misma que hemos utilizado antes:

$$V = 100 \text{ Km/h}$$

Sustituyendo y operando, obtendremos la resistencia por cada vagón y en función de su peso:

$$r = 1,5 + \left(\frac{100^2}{1600} \right) = 7,75 \text{ Kp/T}$$

$$\text{Peso de un vagón} = 12,3 \text{ T} + 27,5 \text{ T} = 39,8 \text{ T}$$

$$\text{Nº total vagones} = 40$$

Sustituyendo y operando:

$$R = 7,75 \frac{\text{Kp}}{\text{T}} \times 40 \times 39,8 \text{ T} = 12.338 \text{ Kp}$$

Pasándolo a KN nos da:

$$R = 12.338 \times 9,8 = 120.910 \text{ N} = 120,91 \text{ KN}$$

Como la locomotora no ha cambiado, sino que sigue siendo la misma, nos servirán los cálculos realizados del esfuerzo de tracción. Volvemos a hacer el análisis de los datos obtenidos:

$$\left. \begin{array}{l} R = 120,91 \text{ KN} \\ E = 411,600 \text{ KN} \end{array} \right\} E > R$$



Se ve claramente que el esfuerzo de tracción soportado por la locomotora, sigue siendo mucho más mayor que la resistencia que oponen el conjunto de vagones. Por lo tanto esta locomotora sería perfectamente adecuada para el transporte de todo tipo de mercancías para trenes de 450 metros y posiblemente también para trenes de mayor longitud.

Finalmente podemos ver las gráficas de las curvas características de la locomotora. En la curva de la izquierda, la de tracción, se puede observar que el esfuerzo tractor máximo se produce en el arranque. Con una velocidad insignificante se produce un esfuerzo de unos 280 KN. En el segundo caso, en la curva característica del freno dinámico, se produce un máximo. Este máximo se produce a una velocidad de unos 40 Km/h y con una fuerza de 141 KN.

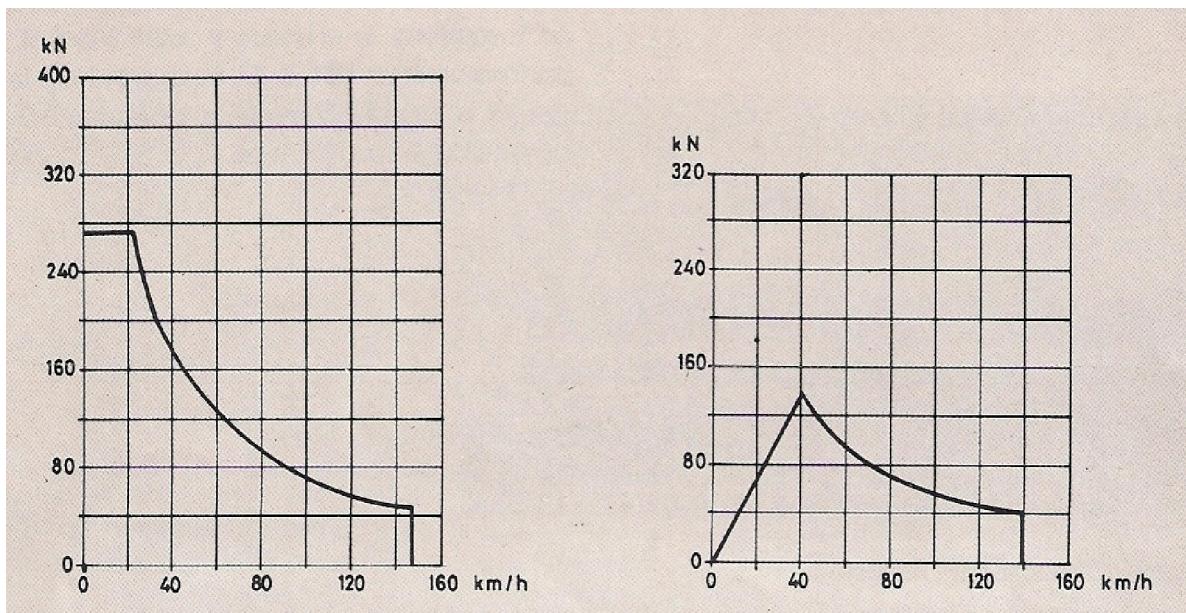


Figura 7. Curvas características de la locomotora diesel-eléctrica serie 333. A la izquierda se representa la curva característica de tracción (esfuerzo-velocidad) y a la derecha se representa la curva característica de freno dinámico (esfuerzo-velocidad).

Fuente: [57][58][59][60][61] / Elaboración propia



6.2- ESTUDIO DETALLADO PARA UN TREN DE 750 METROS

Pasamos ahora al estudio de un tren de 750 metros. Veremos si la locomotora elegida es adecuada para poder soportar los esfuerzos de tracción, producidos por trenes de longitudes mayores, que están circulando ahora por Europa y que se están implantando poco a poco en España.

Para ello se ha elegido una locomotora que CAF ha desarrollado. Se trata de una plataforma de locomotoras de tracción dual denominadas BITRAC, nombre que obedece a la doble posibilidad que presentan de circular en líneas electrificadas o sin electrificar donde utilizan tracción diesel-eléctrica. El concepto de base es una locomotora con dos generadores diesel de 1800 Kw de MTU cada uno conectado a convertidores basados en tecnología IGBT que alimentan con energía de voltaje y frecuencia variables a dos motores de tracción asincrónicos, cada uno de ellos controlado independientemente para optimizar la adherencia.



Figura 8. Locomotora Bitrac 3600, serie 601 encargada por la empresa Fesur (Ferrocarriles del Suroeste).



Sus características principales son:

Disposición de ejes	Co'-Co'	Bo'-Bo'
Ancho de vía	1.435/1.668 mm	1.435/1.668 mm
Carga por eje	22.5 t	22.5 t
Velocidad máxima	120 Km/h	120 Km/h
Potencia	2 x 1.800 Kw	2 x 1.800 Kw
Motores Ac asíncronos	6	4
Potencia en llanta		
• Diesel eléctrica	2.900 Kw	2.900 Kw
• Eléctrica	4.450 Kw	4.450 Kw
Esfuerzo de arranque	440 KN	300 KN
Convertidor auxiliar (IGBTs)	2 x 115 KVA	2 x 115 KVA
Peso	130 t	90 t
Diámetro de rueda	1.250 mm	1.250 mm
Distancia entre topes	22.410 mm	22.410 mm

Figura 9. Características principales de la locomotora Bitrac.

Al igual que en el estudio anterior empezaremos por elección del vagón tolva tipo TT6, en el que la distancia entre topes era igual a 12.54 metros. Para hacer el cálculo del número de vagones, procedemos de la misma manera, salvo que ahora hay que tener en cuenta que disponemos de un tren de 750 metros.

$$750 - 22,41 = 727,59 \text{ metros disponibles para vagones.}$$

$$\frac{727,59}{12,54} = 58,02 \text{ nº vagones que caben en nuestro tren.}$$

Implica por lo tanto que esta vez, disponemos de un total de 58 vagones:

$$Nº \text{ vagones} = 58 \text{ vagones tolva TT6.}$$

$$\text{Longitud total} = 22,41 + (58 \times 12,54) = 749,73 < 750 \text{ m} \rightarrow \text{ES CORRECTO}$$



Como ya hemos comentado, una de las particularidades de esta locomotora es que es híbrida, esto quiere decir, que puede funcionar en dos regímenes diferentes. Puede funcionar tanto en líneas electrificadas, con electricidad, como en las líneas que no lo están, adoptando así la otra modalidad, la modalidad del diesel. Para el régimen de trabajo diesel, la locomotora dispone de dos motores diesel de 1800 kW generando potencia para tracción y sistemas auxiliares de la locomotora. Esta redundancia permite una mayor potencia que las locomotoras de simple motorización. Un equipo de refrigeración de accionamiento hidrostático montado en techo (uno por motor diesel) refrigerara el agua del motor y el aire de carga, apto para condiciones climatológicas muy variadas.

Además dispone de un control independiente por eje mediante inversores IGBTs que le proporcionan a la locomotora las siguientes características:

- Optimización del antipatinaje.
- Compensación de la transferencia de carga, repercutiendo en la mejora y optimización de la adherencia.
- Aumento del rendimiento.
- Menor mantenimiento de los motores asincrónicos.

Como sucedía anteriormente, en este estudio se vuelven a simplificar los cálculos, gracias a que la locomotora dispone de avanzados sistemas que controlan en todo momento el movimiento de las ruedas, motrices todas ellas, y que mejoran la adherencia y no permiten el patinaje en el arranque.

Para calcular la resistencia al avance, volvemos a utilizar la fórmula sacada de los apuntes de clase, para trenes de mercancías con bogies.

Resistencia para el avance para tren de mercancías con eje:

$$r = 1,5 + (V^2/4000) \ Kp / T$$



La velocidad y el peso de cada vagón siguen siendo los mismos, sin embargo el número de vagones hay que recordar que es distinto:

$$V = 100 \text{ Km/h}$$

$$\text{Peso de un vagón} = 24,8 T + 55,2 T = 80 T$$

$$Nº \text{ total vagones} = 58$$

Sustituyendo y operando en la fórmula de la resistencia, obtendremos la resistencia por cada vagón y en función de su peso:

$$r = 1,5 + \left(\frac{100^2}{4000} \right) = 4 kp/T$$

Para obtener la resistencia total de nuestro tren de 750 metros, multiplicamos ahora por el número total de vagones y por el peso de cada uno de ellos para obtener así, la resistencia total al avance del tren en su totalidad.

Sustituyendo y operando:

$$R = 4 \frac{Kp}{T} \times 58 \times 80 T = 18.560 Kp$$

Pasándolo a KN nos da:

$$R = 10.880 \times 9,8 = 181.890 N = 181,89 KN \approx 182 KN$$



Ahora contrarrestaremos este dato obtenido con el esfuerzo de tracción que es capaz de obtener la locomotora Bitrac híbrida. Según el modo de funcionamiento de la locomotora, esta posee diferentes características, tal y como hemos podido observar en la tabla de la figura 9. Para simplificar los cálculos, vamos a estudiar sólo la situación más desfavorable. La situación más desfavorable será aquella en el que la locomotora funcione con la disposición de los ejes Bo'-Bo'. Si nos sale un resultado adecuado en este régimen de funcionamiento también será adecuado para el otro (Co'-Co'), ya que en la disposición Bo'-Bo', posee un peso de 90 t, a diferencia de los 120 en Co'-Co' repercutiendo ello en un esfuerzo de tracción menor.

Como el esfuerzo de tracción, es directamente proporcional al peso adherente (que es igual al peso de la locomotora, por tener sus ruedas motrices), cuanto menor sea este peso, menor será el resultado del esfuerzo. Por ello se hace hincapié, en que con que estudiemos el modo de disposición de ejes con menor peso en la locomotora, confirmaremos a su vez, que para el otro modo de disposición también es totalmente adecuada para mover un tren de 750 metros.

Se recuerda la fórmula obtenida del capítulo 6.5 de los apuntes de ferrocarriles:

$$E = P \times \mu$$

Donde:

E = Esfuerzo de tracción.

P = Peso adherente, igual en este caso a 120 T.

μ = Coeficiente de adherencia. Oscila entre 0,4 para locomotoras con motor monofásico y antipatinaje y 0,2 para locomotoras con motor de corriente continua y sin antipatinaje. Para la locomotora 333, se ha elegido $\mu=0,35$.



Sustituyendo y operando:

$$E = 90.000 \times 0,35 = 31.500 \text{ Kp}$$

Pasándolo a KN nos da:

$$E = 31.500 \times 9,8 = 308.700 \text{ N} = 308,700 \text{ KN}$$

Hacemos el análisis de los datos obtenidos:

$$\left. \begin{array}{l} R = 182 \text{ KN} \\ E = 308,700 \text{ KN} \end{array} \right\} E > R$$

Podemos ver como sigue siendo el esfuerzo de tracción mayor que la resistencia que opone el conjunto de vagones. Gracias a esto y a sus sistemas de antipatinaje, la locomotora nunca patinará.

Ya para terminar haremos el último estudio con el vagón que nos queda. El esfuerzo de tracción seguirá siendo el mismo, lo único que cambiamos es el vagón y por ello al ser un vagón de ejes la resistencia se verá afectada por ser una fórmula distinta. El vagón seleccionado es, tolva tipo T1 para el transporte de cereales. Recordamos algunos datos de este tipo de vagón:

Distancia entre topes (vagón) = 10,60 metros.

Peso de un vagón = 12,3 T + 27,5 T = 39,8 T



$$Nº \text{ vagones} = \frac{(750 - 22,41)}{10,60} = 68 \text{ vagones}$$

La resistencia al avance para un vagón de mercancías con ejes será:

$$r = 1,5 + (V^2/16 \ 00)$$

Sustituyendo y operando:

$$r = 1,5 + \left(\frac{100^2}{1600} \right) = 7,75 \text{ kp/T}$$

Calculamos la resistencia total para el tren de 750 metros:

$$R = 7,75 \frac{\text{Kp}}{\text{T}} \times 68 \times 39,8 \text{ T} = 20.975 \text{ Kp}$$

Pasándolo a KN nos da:

$$R = 20.975 \times 9,8 = 205.550 \text{ N} = 205,6 \text{ KN}$$

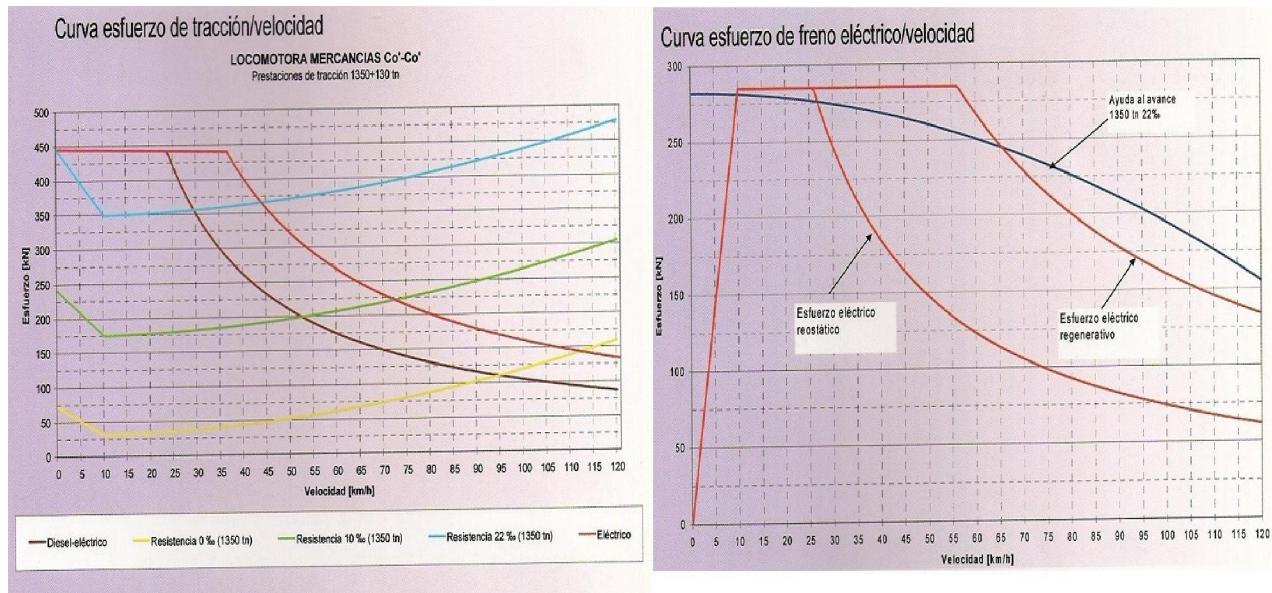
Y el análisis final de ambos datos es:

$$\left. \begin{array}{l} R = 205,6 \text{ KN} \\ E = 308,700 \text{ KN} \end{array} \right\} E > R$$



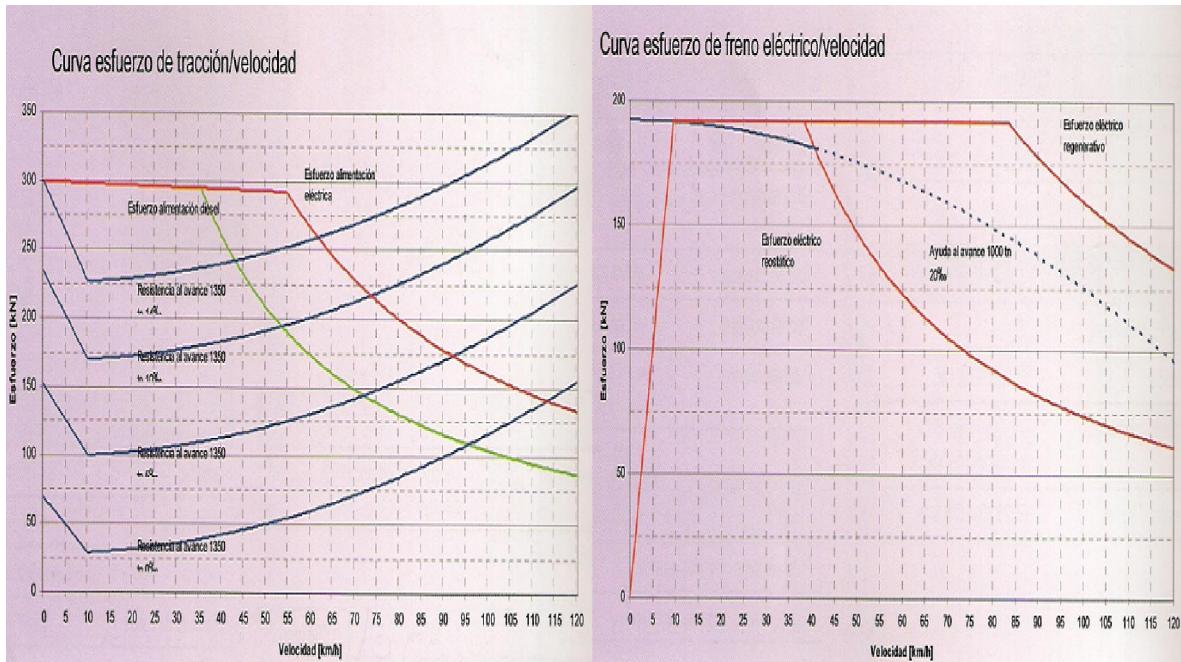
Sigue siendo una vez más el esfuerzo mayor que la resistencia total, por ello queda aprobada tanto la locomotora serie 333 en el anterior apartado como la Bitrac elegida para este estudio. En principio en cuanto a esfuerzos y potencia de las locomotoras se refiere, no hay problema en que por España circulen trenes de longitudes mayores a los 450 metros actuales, llegando así hasta los 750 metros.

Se pueden a ver a continuación las gráficas características de la locomotora Bitrac, una para cada tipo de disposición de ejes.



có-có

Figura 10. A la izquierda representada la curva de esfuerzo de tracción donde se ve que el esfuerzo máximo se produce en el arranque. A su derecha la curva esfuerzo del freno eléctrico. La locomotora Bitrac dispone de un sistema de freno modular, e incluye además de un freno indirecto tipo UIC con control electrónico y modo de auxilio neumático.



$Bo' - Bo'$

Figura 11. Curva característica de la máquina locomotora cuando trabaja con la disposición Bó-Bó. A la izquierda se puede ver la de esfuerzo de tracción y a la derecha la de esfuerzo del freno eléctrico.

Fuente: [57][58][59][60][61] / Elaboración propia



CAPÍTULO 7

BIBLIOGRAFÍA Y **CONCLUSIÓN**



7.1- BIBLIOGRAFÍA

- [1] Wikipedia “History of rail transport in Spain” – 2011.
- [2] Youtube “Historia del Tren en España 01/12” – 2011.
- [3] Youtube “Historia del Tren en España 02/12” – 2011.
- [4] Jorge Sanz Mongay “Historia del ferrocarril” – 1988.
- [5] Wikipedia “Locomotora de vapor” – 2011.
- [6] Lozano Carbayo Pilar “El libro del tren”, edita Fundación de los Ferrocarriles Españoles – 2004.
- [7] Gran Enciclopedia Universal “El Ferrocarril” – 2005.
- [8] Revista Vía Libre “Vagones en los primeros años de Renfe” – 2011.
- [9] Gobierno España “Plan Estratégico para el Impulso del Transporte Ferroviario de Mercancías en España” – 2010.
- [10] Universidad Castilla-La Mancha “VI Congreso, Historia Ferrocarril” – 2006.
- [11] Wikipedia “Tren, sección acepciones” – 2011.
- [12] Renfe “Folleto TECO, Trenes Expresos De Contenedores” – 1975.
- [13] Revista Vía Libre “Edita Fundación de los Ferrocarriles Españoles” – 2010.
- [14] Catálogo vagones de Renfe.
- [15] Revista Vía libre digital “Adif plantea la conversión de la estación de clasificación de Vicálvaro en un moderno centro logístico ferroviario” – 2010.
- [16] Folleto cedido por Luis Lezaún Martínez de Ubago “Renfe, Estación de Clasificación de Vicálvaro” – 1977.
- [17] Jernbaneverket “Freight transport by rail, short version” – 2008.
- [18] CIDEU “Terminal Marítima de Zaragoza – tmZ” – 2011.
- [19] Revista Vía Libre “Zaragoza Plaza, la estación intermodal más moderna y grande de España” – 2009.



- [20] Revista Vía Libre “La Terminal Marítima de Zaragoza supera en los cinco primeros meses del año el volumen total de servicios ferroviarios del año 2008” – 2009.
- [21] Mercazaragoza “Mercados y áreas: tmz terminal marítima de Zaragoza” – 2011.
- [22] Revista Vía Libre “La terminal Marítima de Zaragoza inicia la ampliación de sus instalaciones” – 2010.
- [23] TMZ SERVICES “servicios intermodales del puerto de Barcelona” – 2009.
- [24] Wikipedia “logística Zaragoza” – 2011.
- [25] ADIF “Ficha informativa sobre Centro logístico de Zaragoza Plaza” – 2011.
- [26] PLAZA “La mayor plataforma logística de Europa” – 2011.
- [27] EL PAÍS “Reportaje: La sostenibilidad del Estado de bienestar 6. Infraestructuras. Las mercancías” – 2010.
- [28] Revista Vía Libre “Fomento presenta un plan de impulso de Renfe Mercancías por ferrocarril” – 2010.
- [29] Youtube “Plan para Potenciar el Transporte de Mercancías por Ferrocarril” – 2009.
- [30] Erosat “Strategic Plan for the Development of Rail Freight Transport in Spain” – 2010.
- [31] Revista Vía Libre “La Comisión Europea emprende nuevas medidas para relanzar el transporte de mercancías” – 2008.
- [32] Revista Vía Libre “La Unión Europea aprueba el reglamento para el desarrollo de una red europea prioritaria para mercancías” – 2008.
- [33] Revista Vía Libre “La Unión Europea impulsará corredores de transporte de mercancías por ferrocarril” – 2009.
- [34] Revista Vía Libre “La Comisión Europea ofrece ayuda financiera para reducir el transporte de mercancías por carretera” – 2010.
- [35] Revista Vía Libre “Diez ministros de transporte europeos firman la Declaración de Rotterdam sobre corredores de Mercancías” – 2010.
- [36] Europa, Síntesis de la legislación de la UE “Transporte intermodal: programa MARCO POLO” – 2007.
- [37] European Commission “Transport Marco Polo” – 2011.



- [38] Europa, Síntesis de la legislación de la UE “Transporte intermodal: programa MARCO POLO II” – 2007.
- [39] Rail Freight Portal “Major traffic flows in Europe” – 2007.
- [40] Enterpreneur “Issuess and initiatives surrounding rail freight transportation in Europe” – 2011.
- [41] Ministerio de Fomento “Corredor ferroviario Mediterráneo” – 2011.
- [42] El PAÍS “El transporte de mercancías por tren, a años luz de Europa” – 2010.
- [43] Youtube “Plan para Potenciar el Transporte de Mercancías por Ferrocarril” – 2009.
- [44] Erosat “Plan Estratégico para el Impulso del Transporte Ferroviario de Mercancías en España” – 2010.
- [45] Wikipedia “Slot (Transporte)” – 2011.
- [46] Cinco Días “Renfe y Fomento lanzan un plan para unirse a la UE por tren de mercancías” – 2011.
- [47] CER: Comunidad de las Empresas Ferroviarias y de Infraestructura Europeas “Hacia una red básica europea de transporte de mercancías por ferrocarril” – 2007.
- [48] Revista Vía Libre “Proyecto: New Opera: Propuesta de una red exclusiva de mercancías” – 2004.
- [49] CEOE: Confederación Española de Organizaciones Empresariales “La liberación del ferrocarril” – 2010.
- [50] CER: The Voice of European Railways “CER freight companies want 750 meter long trains on European tracks” – 2010.
- [51] El Vigía “Servicios Ferroviarios” – 2010.
- [52] Transfesa “Entrevista a Emilio Fernández, Presidente y Consejero Delegado de Transfesa” – 2005.
- [53] Revista Itransporte “Las mercancías piden paso” – 2011.
- [54] Ministerio de Fomento “Una vía hacia Europa” – 2011.



- [56] Revista Vía Libre “Positivo balance del primer mes con trenes mercantes de 750 metros” – 2011.
- [57] Álbum Renfe de material motor “Locomotoras diesel-eléctricas, serie 333” – edición 1983.
- [58] Revista Vía Libre nº536 “Serie 601, las primeras Bitrac, locomotoras híbridas de CAF” – 2009.
- [59] Catálogo vagones de Renfe.
- [60] Ferropedia “Locomotoras duales” – 2011.
- [61] Todotrenes “Vagones” – 2011.



7.2- CONCLUSIÓN

Después de haber hecho un recorrido a lo largo de la evolución histórica del transporte de mercancías por ferrocarril, empezando por los comienzos del Siglo XIX y terminando por las nuevas vías de logística que se están abriendo, se señalan las posibles soluciones para mejorar el escaso volumen de mercancías que actualmente se transportan por ferrocarril en nuestro país.

Dentro de las soluciones propuestas en el capítulo cinco, se ha considerado con más detalle la posibilidad de aumentar la longitud de los actuales trenes de mercancías, comprobándose que desde el punto de vista de la tracción esto es posible con las nuevas locomotoras incorporadas al parque de tracción de la red ferroviaria española.

El siguiente paso sería hacer una valoración económica necesaria para alargar las vías de los apartaderos, mejorar algunas de las infraestructuras ferroviarias y considerar otros aspectos como el aumento de la carga por eje...