

La tracción eléctrica en la vía estrecha española (1902-2003). *Juanjo Olaizola Elordi. Museo Vasco del Ferrocarril*

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente se ha considerado la electrificación de la sección de vía ancha comprendida entre Gergal y Santa Fe (Almería)¹, como la primera aplicación de la tracción eléctrica en los ferrocarriles españoles². Sin embargo, en la fecha en que entró en servicio esta electrificación, España contaba con cinco ferrocarriles de ancho inferior al normal español electrificados³, cuya longitud de vías sumaba 106 kilómetros.

Los ferrocarriles de vía estrecha fueron pioneros en la introducción de la tracción eléctrica en España, sumando, en 1936, 787 kilómetros de vías, lo que suponía más del 60% de líneas electrificadas en el Estado. En la actualidad, la tracción eléctrica es protagonista en el 46,4 % de los ferrocarriles de vía estrecha de España, con 851 kilómetros bajo catenaria.

En la presente comunicación se analizará la evolución de la tracción eléctrica en la vía estrecha española, desde sus inicios en 1902 hasta la actualidad, explicando las razones que impulsaron su desarrollo en las diversas etapas históricas:

1902-1911: Las primeras electrificaciones.

1912-1938: El auge de la tracción eléctrica.

1939-1975: Estancamiento y regresión.

1976-2003: Modernización y especialización en servicios de cercanías.

Asimismo se expondrán los principales hitos tecnológicos experimentados en las electrificaciones de los ferrocarriles de vía estrecha españoles así como en su material móvil.

LAS PRIMERAS ELECTRIFICACIONES EN LA VÍA ESTRECHA ESPAÑOLA.

Tal y como se ha señalado con anterioridad, las primeras aplicaciones de la tracción eléctrica en España se realizaron sobre líneas de ancho inferior al normal. De hecho, antes de realizar la primera experiencia en líneas de vía ancha ya se habían establecido los siguientes servicios:

- Ferrocarril de Ulía (San Sebastián, el 8 de junio de 1902)
- Ferrocarril de San Sebastián a Hernani (2 de agosto de 1903)
- Ferrocarril de Barcelona a Sarriá (28 de octubre de 1905)
- Ferrocarril de La Loma (Linares-Úbeda y Baeza, electrificados entre el 6 de octubre y el 8 de diciembre de 1907)
- Ferrocarril de Pamplona a Aoiz y Sangüesa (23 de abril de 1911)⁴.

¹ Ferrocarril de Linares a Almería.

² Así lo indican entre otros, Francisco Wais (1974) en su obra Historia de los Ferrocarriles Españoles (p. 591).

³ Cuando en este texto se hable de ferrocarriles de ancho inferior al normal español, se refiere a todas aquellas concesiones ferroviarias de ancho menor a los 1.668 mm. establecidos en la red de Renfe (a excepción del Ferrocarril de Guadarrama). No se incluyen los ferrocarriles de carácter Metropolitano (incluido el denominado Suburbano de Madrid), ni las nuevas líneas de alta velocidad, cuyo ancho de vía, de 1.435 mm., es también inferior al normal español.

⁴ Juanjo Olaizola Elordi "Los orígenes de la tracción eléctrica en España (p. 18).



Ferrocarril del Monte Ulía. Primera concesión ferroviaria explotada con tracción eléctrica en España.

Característica común a las cuatro primeras realizaciones era la utilización de la tensión de 600 voltios en corriente continua, similar, al igual que la mayor parte de los aspectos tecnológicos de las instalaciones y del material móvil, al empleado en los tranvías urbanos de la época. Por su parte, el Ferrocarril de Pamplona a Aoiz y Sangüesa, más conocido como “El Irati”, fue electrificado en la tensión de 6.000 voltios en corriente alterna monofásica en frecuencia especial de 25 Herzios, a excepción del tramo de penetración en las calles de Pamplona, en el que también se utilizaban los 600 voltios en corriente continua⁵.

La elección de la tracción eléctrica en estos ferrocarriles estuvo motivada en el deseo de las empresas explotadoras de establecer servicios rápidos y frecuentes en sus líneas, aprovechando las ventajas de la tracción eléctrica, gracias a la mayor aceleración y el potente frenado característico de este sistema. En el caso del Ferrocarril de Sarriá, resultaba también de gran importancia el hecho de poder eliminar los humos de las locomotoras de vapor en un trazado completamente urbano. Por su parte, el ferrocarril de “El Irati”, estaba integrado en un importante grupo empresarial que también disponía de negocios de generación y distribución de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de recursos hidráulicos⁶ por lo que sus costes energéticos eran notablemente inferiores respecto a los que hubiera supuesto el recurso a la tradicional tracción por vapor.

⁵ Juan José Martinena. “Navarra y el Tren (pp. 48 a 56).

⁶ En los inicios de la tracción eléctrica, tanto ferroviaria como tranviaria, era habitual que las empresas construyeran sus propias redes de generación eléctrica, vendiendo la energía excedente a otras empresas y particulares, tal y como sucedía en el ferrocarril de San Sebastián a Hernani.



Ferrocarril de San Sebastián a Hernani. Su sección entre San Sebastián y Loyola es en la actualidad el tramo ferroviario electrificado más antiguo en España, ya que fue inaugurado en 1903.

1912-1938 AUGE DE LA TRACCIÓN ELÉCTRICA EN LOS FERROCARRILES DE VÍA ESTRECHA

En el periodo comprendido entre 1912 y 1938 se produjo un rápido desarrollo de las electrificaciones en los ferrocarriles de ancho inferior al normal, con la puesta en tensión de 681 kilómetros de vías, cifra que contrasta notablemente con los poco más de 400 kilómetros de líneas de vía ancha en los que se aplicó el nuevo sistema de tracción.

La mayor parte de las electrificaciones realizadas en este periodo se efectuaron en líneas de marcado carácter suburbano, con el objeto de poder implantar en ellas servicios de cercanías. Este fue el caso de las actuaciones realizadas en Guipúzcoa⁷, Granada⁸, Cataluña⁹, Valencia¹⁰, Asturias¹¹ o Vigo¹². Todas estas electrificaciones, a excepción de las realizadas en Cataluña, utilizaron también los 600 voltios en corriente continua, con instalaciones y vehículos de tecnología similar a la de los tranvías.

En Cataluña, la tracción eléctrica fue aplicada en este periodo por dos empresas diferentes. La primera, denominada Ferrocarriles de Cataluña, empleó este sistema en el año 1917 en sus líneas de Sarriá a Tarrasa y Sabadell, utilizando en ellas la tensión de 1.200 voltios en corriente continua, valor que a partir de 1934 también sería adoptado por el Ferrocarril de Barcelona a Sarriá con el que empalmaba en esta última población. Ésta fue la primera ocasión en la que se utilizó en el Estado español la línea aérea de catenaria compuesta por un hilo sustentador y otro de contacto, ya que hasta entonces, las electrificaciones se habían realizado mediante un solo hilo, sin sustentador, de forma análoga a las instalaciones de los tranvías urbanos. Por su parte, la Compañía General de los Ferrocarriles Catalanes, se decantó por la tensión de 1.500 voltios en corriente continua para su electrificación entre Barcelona y Sant Boi, realizada en 1926. Esta actuación estuvo motivada por la construcción de un nuevo acceso subterráneo situado

⁷ Ferrocarril de San Sebastián a la Frontera Francesa, electrificado en 1912/13.

⁸ Ferrocarriles de Granada a Santá Fé, Chauchina, Pinos Puente, La Zubia, Durcal y Fuente Vaqueros, electrificados entre 1914 y 1939.

⁹ Ferrocarriles de Sarriá a Sabadell y Tarrasa y de Barcelona a Sant Boi, puestas en tensión entre 1917 y 1926.

¹⁰ Líneas de Valencia a Grao, Rafelbuñol, Bétera y Liria, electrificadas entre 1918 y 1925.

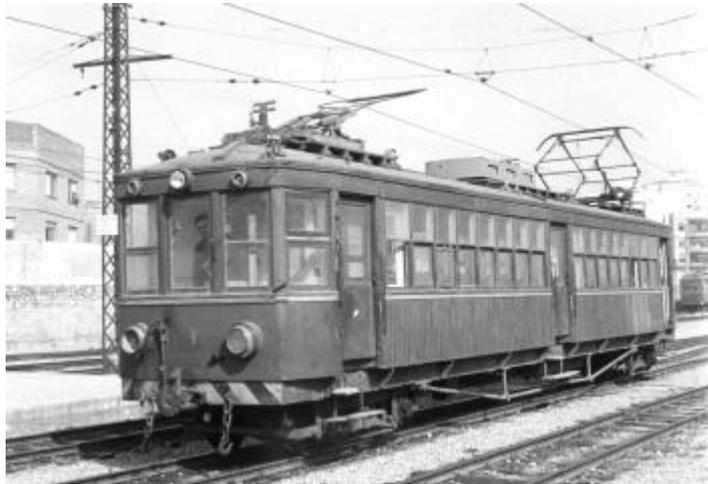
¹¹ Ferrocarril de Carreño, electrificado en 1922.

¹² Ferrocarril de Vigo a La Ramallosa, inaugurado con tracción eléctrica en 1926.

en pleno corazón de Barcelona, la Plaza de España, lo que exigía la eliminación de los humos de los trenes de vapor¹³.



Automotor eléctrico del Ferrocarril del Carreño. Este vehículo fue adquirido de ocasión en Bélgica, ya que inicialmente había sido construido con destino a Odessa (Rusia).



Automotor eléctrico de los Ferrocarriles de Valencia. Construido en 1917, prestó servicio hasta mediados de los años ochenta.

Sin embargo, donde mayor desarrollo adquirió la tracción eléctrica en este periodo fue, sin lugar a dudas, en el País Vasco, donde, en un plazo de doce años, entre 1926 y 1938, se pusieron en tensión un total de 328 kilómetros, que formaban una amplia red, sin solución de continuidad, que enlazaba entre sí las tres capitales de la actual Comunidad Autónoma Vasca, así como diversos ramales a las más importantes poblaciones de su entorno.

Un factor fundamental a la hora de optar por la de optar por la tracción eléctrica fue la grave crisis de combustibles experimentada durante la primera guerra mundial, cuando el bloqueo del comercio naval impuesto por las potencias beligerantes, impidió el suministro de carbones de importación de calidad, disparando a su vez los precios del combustible nacional. Por ello, para las empresas ferroviarias uno de los atractivos de la tracción eléctrica se encontraba en poder eludir situaciones similares, gracias al aprovechamiento de los abundantes recursos hidráulicos disponibles.

Todas las electrificaciones realizadas en el País Vasco entre 1926 y 1938, se efectuaron a la tensión de 1.500 voltios en corriente continua, aunque en una de ellas, la del

¹³ Carles Salmerón: Els Ferrocarrils Catalans (p.68).

ferrocarril de Bilbao a Las Arenas y Plencia, la polaridad se encontraba invertida respecto a la práctica habitual¹⁴.

La primera de estas electrificaciones fue realizada, en 1926, en el Ferrocarril del Urola (Zumárraga a Zumaya), línea de carácter comarcal en la que la opción de la tracción eléctrica vino determinada por la necesidad de reducir al máximo sus futuros costes de explotación ya que el limitado tráfico que podía generar este ferrocarril secundario difícilmente podría llegar a sufragar los superiores gastos que habría supuesto la utilización de la tracción vapor¹⁵. Por primera vez en España, en la electrificación de esta línea se emplearon subestaciones dotadas de rectificadores estáticos de vapor de mercurio¹⁶, cuando hasta entonces la práctica habitual fue la de utilizar grupos convertidores¹⁷ o conmutatrices rotativas, sometidas a mayores desgastes y averías. Asimismo, este ferrocarril fue pionero en la utilización de la tensión de 1.500 voltios en corriente continua, valor que con el tiempo se ha convertido en el habitual en las electrificaciones ferroviarias en las líneas de ancho inferior al normal español¹⁸.



Subestación del Ferrocarril de Bilbao a Plencia en Luchana. En primer plano un grupo convertidor rotativo y tras él, dos rectificadores de vapor de mercurio.

En 1928 entraba en servicio una nueva electrificación, la de Bilbao a Plencia, en la que por primera vez en España se empleaba un sistema de compensación mecánica de la catenaria, mediante contrapesos¹⁹.

A la electrificación de Bilbao a Plencia le sigue cronológicamente la de la sección Vitoria-Estella del Ferrocarril Vasco-Navarro. Al igual que en el Ferrocarril del Urola, la opción de la tracción eléctrica estuvo determinada por la necesidad de reducir en el futuro los gastos de explotación del vapor²⁰. Este tramo, explotado por el Estado, comenzó a prestar servicio con tracción eléctrica en 1929, y dados sus buenos resultados, el Estado decidió extender el sistema al resto del Ferrocarril, aunque la Guerra Civil retrasó la inauguración entre Vitoria y Vergara (punto de unión con la línea Bilbao a San Sebastián) y el ramal de San Prudencio a Oñate, hasta 1938.

¹⁴ Lo normal es situar el polo positivo en la catenaria y el negativo en el carril, mientras que en esta línea se efectuó al contrario.

¹⁵ Frente al vapor, la tracción eléctrica suponía una importante reducción de personal, al prescindir de la figura del fogonero.

¹⁶ Juanjo Olaizola: Los orígenes de la tracción eléctrica en España (p. 17).

¹⁷ Formados por un motor de corriente alterna y una diamo.

¹⁸ Juanjo Olaizola en "El Ferrocarril del Urola 1926-1986" (p. 388).

¹⁹ Mendizabal, Pedro Mendizabal, "La electrificación del ferrocarril de Las Arenas" (p. 37)

²⁰ Juanjo Olaizola, "El Ferrocarril Vasco-Navarro" (p.45).

Entre tanto se culminaba la electrificación del Vasco-Navarro, la Compañía de los Ferrocarriles Vascongados decidió electrificar todas sus líneas, a excepción de los pequeños ramales de Durango a Elorrio y minas de Arrázola, operación realizada en 1929. En este caso, el objetivo perseguido por los Vascongados era triple:

- Reducir los gastos de explotación frente al vapor.
- Aumentar la capacidad de transporte de la línea al incrementar la velocidad de los trenes y su tonelaje máximo.
- Establecer servicios de viajeros de cercanías en Bilbao.

Los resultados de esta electrificación fueron altamente positivos y de hecho, en 1944 se cuantificó el ahorro obtenido con la tracción eléctrica respecto al vapor, durante ese ejercicio, en un total de 4.116.917 pesetas, cifra que por si sola representaba un tercio de los costes totales de la electrificación²¹. Cabe destacar que la electrificación del ferrocarril entre Bilbao y San Sebastián supuso la primera conexión en tracción eléctrica de dos capitales españolas.

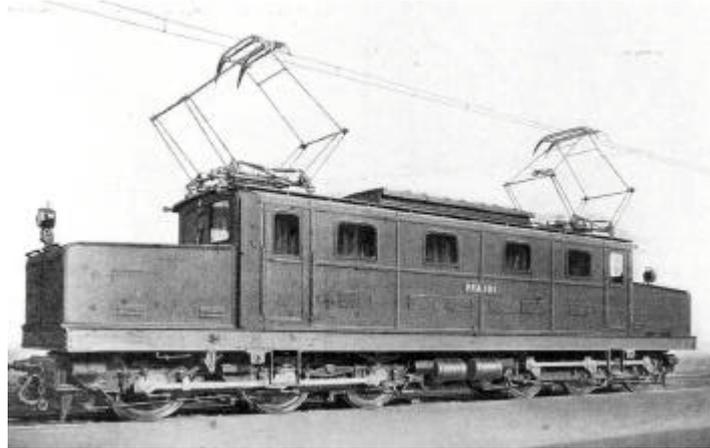


Las locomotoras Brown Boveri de los Ferrocarriles Vascongados representan la estampa más clásica de las electrificaciones del País Vasco.

Fuera del País Vasco, otra electrificación de interés ejecutada en este periodo fue la de la línea de Palma de Mallorca a Sóller, realizada con el fin de eliminar los grandes problemas que suponía la concentración de los humos de las locomotoras de vapor en el gran túnel de Alfabiá, situado en la divisoria de esta línea, de 2.856 metros de longitud²². Por su parte, el ferrocarril de Peñarroya a Puertollano aplicó la tracción eléctrica en el tramo comprendido entre Conquista y Puertollano, con el fin de aprovechar la mayor potencia de las locomotoras eléctricas en la difícil travesía de Sierra Morena. La tensión elegida en esta ocasión fue la de 3.000 voltios en corriente continua, hasta entonces únicamente empleada en España en la electrificación de la rampa de Pajares de la Compañía del Norte. De hecho, aunque este sistema se extendió con posterioridad a toda la red ferroviaria de vía ancha, fue la única realizada en vía de ancho inferior al normal.

²¹ Juanjo Olaizola: Ferrocarriles Vascongados, Memoria Comercial, 1943 (pp. 81 a 88).

²² Nicolau Cañellas: El Ferrocarril a Mallorca (p. 602).



Locomotora eléctrica del ferrocarril de Peñarroya a Puertollano.

El conjunto de electrificaciones ferroviarias ejecutadas en este periodo se completa con las singulares realizaciones en los ferrocarriles de montaña de Cercedilla a Navacerrada (Madrid) y de Granada a Sierra Nevada²³ puestos en servicio en 1923 y 1925 a la tensión de 1.200 voltios en corriente continua y el cremallera de Ribes a Nuria (Gerona), inaugurado en 1931 y electrificado a 1.500 voltios en corriente continua. En los tres casos, las ventajas de la tracción eléctrica a la hora de superar grandes pendientes fueron los motivos que impulsaron la implantación de este sistema²⁴.

En resumen, las electrificaciones de este periodo fueron realizadas por empresas independientes entre sí, lo que dificultó la homogeneización de sistemas de electrificación, instalaciones fijas o material móvil. De hecho, cada concesionario optó por la tensión que consideraba más conveniente al servicio que debía prestar²⁵ y lo mismo sucedió en lo que respecta al material móvil, dando como resultado una gran variedad y una total falta de homogeneidad y estandarización. Solamente las electrificaciones efectuadas en el País Vasco por los Vascongados, Urola y Vasco-Navarro respetaron unos mínimos comunes, lo que facilitó el posterior intercambio de material móvil.

1939-1975. ESTANCAMIENTO Y REGRESIÓN.

A diferencia del periodo anterior, en el que los ferrocarriles de vía estrecha fueron los protagonistas del proceso de implantación de la tracción eléctrica en España, durante el franquismo, las líneas de vía ancha tomaron el relevo, con la puesta en tensión de más de 3.000 kilómetros de vías, cifra que contrasta notablemente con los escasos 187,7 kilómetros de líneas electrificadas en ancho inferior al normal. No se afrontaron grandes proyectos, sino que las nuevas electrificaciones se limitaron a complementar las existentes, poniendo en tensión diversas prolongaciones y ramales de líneas que ya disponían este sistema de tracción. Por otra parte, a partir de 1956 se inició un proceso de regresión, con la clausura de numerosas líneas, lo que supuso la supresión de 441,9 kilómetros de vías electrificadas.

Las principales electrificaciones de este periodo se concentraron principalmente en el País Vasco, Cataluña y Valencia. En la primera de estas comunidades se pusieron en tensión las líneas de Luchana a Munguía, de Matico a Azbarren (ambas en 1949), de

²³ Esta línea fue el único ferrocarril con ancho de vía de 750 mm. electrificado en España.

²⁴ Las tres líneas fueron diseñadas desde un principio para ser explotadas con tracción eléctrica.

²⁵ Se implantaron hasta seis sistemas de electrificación diferentes a las tensiones de 600, 1.200, -1.500, 1.500 y 3.000 voltios en corriente continua y 6.000 voltios en alterna monofásica.

Bilbao a Lezama (en 1950) y de Amorebieta a Bermeo (en 1973), así como los ramales de Durango a Elorrio (1946) y de Andollu a Estúbaliz (1948), realizados todos ellos a la tensión de 1.500 voltios²⁶.

En este mismo periodo, se completó la electrificación de la red de cercanías de Valencia con la progresiva puesta en tensión de las líneas de Valencia a Villanueva de Castellón y de Valencia a Nazaret, realizadas, al igual que el resto de la red suburbana explotada por la Compañía de Tranvías y Ferrocarriles de Valencia, a la tensión de 600 voltios en corriente continua. Aunque tecnológicamente este valor estaba ya superado en el momento de realizar esta electrificación, su elección venía determinada por la prevista conexión de esta línea con las del norte de la ciudad, las cuales funcionaban a este voltaje, mediante un túnel subterráneo²⁷.

También a la tensión de 600 voltios se realizaron en este periodo dos pequeñas electrificaciones, como prolongación de líneas ya alimentadas a este valor. La primera se efectuó en los ferrocarriles de Granada, en concreto en la sección comprendida entre Chauchina y Fuente Vaqueros, puesto en tensión en 1939, mientras que la otra fue acometida en 1950 por el Ferrocarril de Carreño, al electrificar el tramo Aboño-Gijón, del ferrocarril de Ferrol a Gijón en construcción en aquel momento por el Estado y explotado mediante convenio por esta empresa²⁸.

Por último, cabe destacar en Cataluña la electrificación de la línea de Barcelona a Manresa, explotada por la Compañía General de los Ferrocarriles Catalanes. Esta empresa, que ya había electrificado en 1926 la sección de Barcelona a Sant Boi, inició en 1960 la ampliación del sistema de forma progresiva, llegando la catenaria en 1971 a Monistrol²⁹. Sin embargo, la situación de crisis que vivió la concesionaria, al igual que la mayor parte de empresas explotadoras de vía estrecha en la época, ralentizaron la conclusión del proyecto, que no sería finalizado hasta el año 1984, cuando la línea ya era explotada por una empresa pública, en concreto, los Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya.

Tal y como se ha señalado anteriormente, este periodo, más que por la extensión de la tracción eléctrica, se caracterizó por la regresión de este sistema, debido a la supresión de numerosas líneas electrificadas, proceso enmarcado dentro de la situación generalizada de crisis de los ferrocarriles de vía estrecha experimentada en mayor o menor grado por todas las empresas concesionarias durante este periodo.

Este proceso afectó inicialmente a pequeñas líneas altamente deficitarias como el Ferrocarril del Irati, el ramal de Loyola a Hernani o la línea de Valencia a Nazaret³⁰. Sin embargo, entre 1966 y 1975, FEVE desmanteló redes completas como es el caso del Ferrocarril de Linares a Úbeda y Baeza (La Loma), clausurado en 1966, el Vasco-Navarro, suprimido el año siguiente, la red suburbana de Granada, eliminada en 1974, los diversos ramales de los Ferrocarriles Vascongados, suprimidos en 1975 o la singular electrificación de Puertollano a Conquista, desmantelada en 1970.

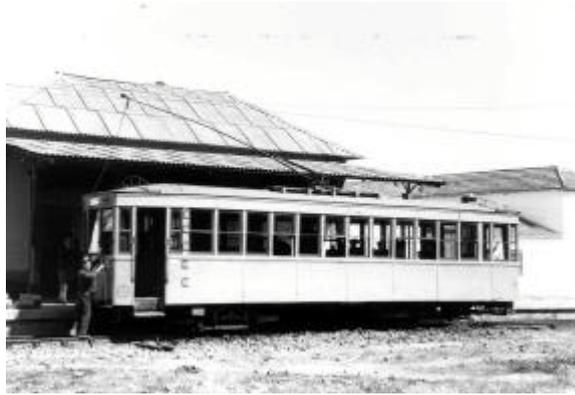
²⁶ En los tres primeros casos, con la polaridad invertida, ya que su gestión estaba encomendada a la misma empresa concesionaria del ferrocarril de Bilbao a Plencia, los Ferrocarriles y Transportes Suburbanos de Bilbao.

²⁷ Este túnel no sería construido hasta 1987, sirviendo de base a la transformación de estos ferrocarriles en el actual Metro de Valencia.

²⁸ José Antonio Gómez Martínez, "El Ferrocarril del Ferrol a Gijón" (p. 48).

²⁹ Por primera vez en la vía estrecha española, esta instalación se realizó con elementos de catenaria del tipo unificado por Renfe. Posteriormente este sistema se ha extendido a todas las electrificaciones ferroviarias de vías de ancho inferior al normal español.

³⁰ Ésta última destruida por las inundaciones que asolaron Valencia en octubre de 1957.



La red de ferrocarriles de Granada fue totalmente desmantelada por FEVE en 1974.

Por último, cabe recordar algunas obras de electrificación inconclusas, como es el caso de la iniciada a comienzos de los años cuarenta por la Explotación de Ferrocarriles del Estado en la línea de Onda al Grao de Castellón³¹ y sobre todo la reconstrucción de las instalaciones del Ferrocarril de La Loma. Cuando gran parte de la línea aérea ya había sido modernizada para su adaptación a la tensión de 1.500 voltios, y se había recibido el nuevo material móvil previsto para la explotación, de forma sorprendente se decretó la clausura de la línea resultando totalmente inútiles las importantes inversiones realizadas.

1976-2003. MODERNIZACIÓN Y ESPECIALIZACIÓN EN CERCANÍAS.

Durante la segunda quincena de los años setenta se produjo en España un hecho sin precedentes en la historia de sus ferrocarriles, ya que todas las líneas supervivientes a la gran crisis de los ferrocarriles de vía estrecha padecida entre 1960 y 1975, quedaron concentradas en manos de un solo explotador, FEVE³². Si bien el periodo de explotación unificada por esta empresa fue relativamente breve, ya que en 1978 comenzó el proceso de transferencias de líneas a diversas comunidades autónomas³³ la empresa estatal emprendió la modernización de las electrificaciones existentes, unificando algunos criterios sobre todo en cuanto a la tensión de alimentación, que en este periodo quedó establecida en todas las líneas electrificadas a 1.500 voltios en corriente continua³⁴.

La primera gran actuación emprendida por FEVE en los años setenta fue la total modernización del Ferrocarril de San Sebastián a la Frontera Francesa, gestionado por esta empresa desde 1973, tras la quiebra del concesionario original. Las instalaciones de electrificación de esta línea se encontraban totalmente degradadas, por lo que se optó por su sustitución integral, aprovechando la ocasión para modificar la tensión de alimentación original, a 600 voltios, a los 1.500 voltios en corriente continua. La nueva electrificación entró en servicio en 1978.

Tras la modernización del “Topo”, FEVE emprendió la renovación de las instalaciones de tracción de la línea Bilbao a San Sebastián, operación que sería concluida en 1983 por la sociedad pública del Gobierno Vasco EuskoTren. Esta misma compañía procedió a la actualización de las instalaciones de tracción eléctrica de los ferrocarriles de Bilbao

³¹ Explotación de Ferrocarriles por el Estado. Memoria 1943 (p. 161). Obras autorizadas por O.M. de 12 de enero de 1943.

³² Las únicas excepciones fueron el Ferrocarril de Sóller y el de Ponferrada a Villablino, así como otras líneas de carácter exclusivamente industrial.

³³ En 1978 se inician las transferencias a Cataluña y el País Vasco, en 1986 a la Generalitat Valenciana y en 1994 al Consell Balear.

³⁴ La única excepción es la del Ferrocarril de Sóller, que todavía mantiene la tensión de 1.200 voltios en corriente continua.

a Plencia, Luchana-Sondica y Bilbao-Lezama, modificando su polaridad, al disponer el positivo en la línea aérea y el negativo en el carril³⁵. Posteriormente, en 1995, una parte importante de la línea de Plencia³⁶ se integró en la línea 1 del Metro de Bilbao.

FEVE también emprendió la modernización de la única línea electrificada que disponía en Asturias, renovando todas las instalaciones e introduciendo nuevo material móvil a la par que procedía a elevar la tensión de alimentación original de 600 voltios a los 1.500 unificados en la empresa.

Sin embargo, la actuación de FEVE en este periodo no se limitó a la modernización de las electrificaciones heredadas de las antiguas compañías, sino que procedió a extender el sistema a diversas líneas de Cantabria, Asturias y el País Vasco.

Con el objeto de mejorar los servicios de cercanías prestados en los alrededores de Santander, a finales de los años setenta FEVE emprendió la electrificación de las líneas que unen la capital de Cantabria con Astillero y Lierganes por una parte y con Torrelavega y Cabezón de la Sal por otra. Ambas actuaciones entraron en servicio entre 1981 y 1984.



FEVE, tren de cercanías en Santander

Por lo que respecta al Principado, en 1986 se inició la progresiva extensión de la electrificación del Ferrocarril del Carreño, entre Avilés y Pravia, actuación ampliada en 1994 a Cudillero. En esta misma comunidad, se procedió a la electrificación del Ferrocarril del Langreo (Gijón-Laviana), inaugurada en 1993, así como las líneas de Oviedo a Pola de Siero³⁷ y de Oviedo a Trubia y Pravia, lo que ha supuesto la puesta en tensión de todos los servicios de cercanías de FEVE en Asturias. Por último, en 1996, la empresa estatal electrificó en el País Vasco la línea de Bilbao a Balmaseda, caracterizada también por un intenso tráfico suburbano.

Asimismo, FEVE emprendió la modernización de las electrificaciones de los ferrocarriles de Valencia, preparando su cambio de tensión a 1.500 voltios. En diciembre de 1982 la empresa estatal realizó esta operación en la línea de Valencia a Villanueva de Castellón, aunque el proceso no quedaría finalizado hasta 1995, cuando la red ya era gestionada por los Ferrocarrils de la Generalitat de Valencia. En la actualidad, todas estas líneas de vía métrica electrificadas se encuentran integradas en el denominado Metro de Valencia. Excepcionalmente cabe destacar que la línea de Valencia al Grao y el trayecto comprendido entre la antigua estación central de la capital del Turia y Empalme, se convirtieron en 1994 en el primer servicio de tranvías modernos de España, estando actualmente electrificados a la tensión de 750 voltios en

³⁵ Operación realizada el 5 de diciembre de 2003.

³⁶ En concreto, la sección San Ignacio-Plencia.

³⁷ Progresivamente extendida a Nava e Infiesto.

corriente continua. Asimismo, recientemente se ha iniciado el proceso de electrificación de la línea Alicante Denia, en concreto entre la capital y Villajoyosa, a esta misma tensión, con el fin de convertirla en parte de la futura red de tranvías de esta ciudad.

Por último, cabe señalar que Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya culminó la electrificación de su línea Barcelona Manresa en 1984. Posteriormente, en 1998, esta empresa puso en tensión el ramal de Martorell a Igualada, con lo que todos sus servicios de viajeros pasaron a realizarse con tracción eléctrica. Por su parte, el 25 de abril de 1995 se modificó la tensión de alimentación de las líneas de Barcelona a Sarriá, Tarrasa y Sabadell, pasando de los 1.200 voltios utilizados hasta ese momento, a los 1.500 voltios en corriente continua.

Recientemente, el panorama de líneas electrificadas españolas se ha visto ampliado con la puesta en tensión del tramo asturiano comprendido entre Nava e Infiesto (FEVE) así como con el reinaugurado ferrocarril de cremallera de Monistrol a Montserrat, explotado por F.G.C., por lo que la tracción eléctrica se extiende en la actualidad a un total de 851 kilómetros, lo que supone un 46,4% de los 1.832 kilómetros del conjunto de vías de ancho inferior al normal en servicio en España. Esta red está repartida entre las siguientes empresas:

FEVE: 321,5 kilómetros, lo que supone el 26,9% de las vías de la empresa.

EuskoTren: 180 kilómetros, el 100% de la red ferroviaria de esta compañía³⁸.

Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya: 164,9, lo que representa el 100% de su red con servicio de viajeros³⁹

Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana: 123,5 kilómetros, el 57,1 % de su red.

Ferrocarril de Sóller: Su única línea, de 27,3 kilómetros de longitud totalmente electrificada.

Renfe: Únicamente explota una línea de ancho inferior al normal español⁴⁰, de 18,2 kilómetros de longitud..

Metro de Bilbao: Explota 16 kilómetros del antiguo ferrocarril de Bilbao a Plencia, integrado en su línea N° 1.

Todas estas electrificaciones, a excepción del Ferrocarril de Sóller, que mantiene la tensión de 1.200 voltios en corriente continua, trabajan con la tensión de 1.500 voltios. Desde que en 1985 EuskoTren abandonó el transporte de mercancías, el tráfico que todas ellas registran con tracción eléctrica es exclusivamente de viajeros, principalmente de cercanías en las aglomeraciones urbanas en las que prestan servicio. Sin embargo, en el año 2002 FEVE ha introducido unas nuevas locomotoras duales⁴¹, capaces de operar de forma autónoma con generadores diesel, o como locomotoras eléctricas convencionales, con lo que nuevamente se realizan trenes de mercancías con tracción eléctrica en las líneas de vía métrica españolas.

³⁸ No se incluye el trayecto Azpeitia-Lasao, gestionado por el Museo Vasco del Ferrocarril con locomotoras de vapor, por su carácter exclusivamente turístico.

³⁹ Esta empresa cuenta con algunos ramales no electrificados de servicio exclusivo para transporte de mercancías.

⁴⁰ Exceptuando evidentemente las nuevas líneas de alta velocidad.

⁴¹ Ramón Capín Roa, Ramón: "Las nuevas locomotoras 1900 de FEVE", en *Trenmania* N° 12.

100 AÑOS DE EVOLUCIÓN EN EL MATERIAL MÓVIL

Los ferrocarriles de vía estrecha electrificados en España, debido a la independencia de criterios entre unas y otras empresas concesionarias, han conocido una gran variedad de vehículos, preferentemente de tipo automotor, ya que la mayor parte de las líneas con este tipo de tracción estaban especializadas en el transporte de viajeros, mientras que el reducido tráfico de mercancías era también atendido con furgones automotores especializados. Únicamente los ferrocarriles de Bilbao a San Sebastián, Peñarroya a Puertollano y la Compañía General de Ferrocarriles Catalanes adquirieron locomotoras de línea capaces de remolcar pesados trenes de carga, ya que las restantes máquinas en servicio en otras empresas (Valencia, Carreño, Linares, SEFT) pueden catalogarse como simples tractores de maniobras⁴².



Locomotora eléctrica construida por GANZ para la Compañía General de Ferrocarriles Catalanes.

Desde las primeras electrificaciones, la industria nacional fue capaz de suministrar las cajas de los automotores adquiridos por las diversas empresas, destacando en esta actividad la casa zaragozana Carde y Escoriaza⁴³, la cual ya fabricó las carrocerías de los vehículos utilizados en las líneas pioneras de Ulía, Hernani, Linares o Irati. Sin embargo, la dependencia tecnológica en elementos tan importantes como los equipos eléctricos o los bogies ha sido absoluta.

Entre los fabricantes de equipos eléctricos utilizados por los ferrocarriles de vía estrecha de España cabe destacar la empresa francesa Thomson-Houston (posteriormente Alsthom), las alemanas Siemens y AEG, la suiza Brown Boveri, la sueca ASEA, la húngara GANZ⁴⁴ o la norteamericana General Electric. A partir de los años veinte se inició la progresiva nacionalización de esta producción, primero con el establecimiento de la multinacional Siemens en Cornellá (Barcelona) y posteriormente con la creación a finales de esta década de los talleres de la General Eléctrica Española⁴⁵ en Trápaga (Vizcaya). Sin embargo, ambas dependían de la tecnología propia de sus casas matrices. Tras la Guerra Civil, otra empresa vizcaína, talleres Aguirena, inició la producción de equipos eléctricos de tracción, cuya tecnología estaba inspirada en vehículos

⁴² Como se ha señalado con anterioridad, a partir de 2002 FEVE ha adquirido locomotoras duales para el servicio de mercancías con tracción eléctrica o diesel en sus líneas, según estén o no electrificadas.

⁴³ Actualmente integrada en CAF.

⁴⁴ Juanjo Olaizola, en "Ciento cincuenta años de la casa GANZ (pp. 22 a 26)

⁴⁵ Vinculada a la General Electric norteamericana y posteriormente licenciataria de Alsthom.

preexistentes. Integrada posteriormente en CENEMESA, esta compañía terminó por ser absorbida por la norteamericana Westinghouse⁴⁶.

Por lo que respecta a los bogies, el panorama de la tracción eléctrica española estuvo dominado por los productos de la empresa norteamericana Brill, construidos tanto en Estados Unidos como en su filial de París. A finales de los años veinte, tanto CAF como la Sociedad Española de Construcción Naval iniciaron la producción de estos elementos bajo licencia.

Tal vez la única excepción a la dependencia tecnológica del extranjero en el material móvil de tracción eléctrica de los ferrocarriles de vía estrecha del Estado español se produjo en 1985 con la puesta en servicio de las unidades eléctricas de la serie 200 de EuskoTren, ya que su parte mecánica (incluidos los bogies) fue concebida por CAF, mientras que los equipos eléctricos, suministrados por la multinacional norteamericana Westinghouse, fueron totalmente desarrollados y fabricados en su fábrica de Erandio (Vizcaya)⁴⁷.

En la actualidad, todo el material móvil de tracción eléctrica de los ferrocarriles españoles de vía estrecha ha sido construido en España, destacando en esta actividad la empresa vasca CAF, aunque los equipos de tracción, fabricados mayoritariamente en España, son fruto de las principales multinacionales del sector (Bombardier, Siemens y Alstom).

El hecho de que desde un principio la industria española fuera capaz de suministrar vehículos ferroviarios de tracción eléctrica, aunque dotados de equipos de tecnología extranjera, no impidió que se realizasen algunas importaciones, aunque con carácter minoritario, de trenes íntegramente construidos en el extranjero. Este es el caso de los primeros automotores Brill de los Ferrocarriles de Cataluña, de las locomotoras suministradas por GANZ a la Compañía General de los Ferrocarriles Catalanes o los automotores entregados por esta empresa húngara a los Ferrocarriles Vascongados⁴⁸, compañía que también adquirió en Suiza un lote de diez locomotoras eléctricas. Los últimos vehículos de nueva construcción fabricados en el extranjero fueron tres locomotoras eléctricas suministradas a los Vascongados por la casa sueca ASEA en 1950⁴⁹.

Más singular, si cabe, ha sido la adquisición, en diversos momentos de la historia, de automotores eléctricos de segunda mano. Ya en 1918, tanto los ferrocarriles de Valencia como el asturiano Carreño, compraron de ocasión diversos vehículos construidos en Bélgica para la ciudad de Odessa y que debido a la revolución rusa no alcanzaron nunca este destino⁵⁰.

Tras la Guerra Civil española, y debido a la penuria de suministros existente, los Ferrocarriles Vascongados y los Suburbanos de Bilbao (FTS) adquirieron de forma conjunta un lote de siete automotores construidos por Alstom en 1929 con destino al ferrocarril de Toulouse a Castres. La primera incorporó a su parque cuatro unidades, mientras que los tres restantes se integraron en el de los FTS⁵¹.

En 1962 el Ferrocarril del Carreño se dirigió nuevamente al mercado de ocasión belga para mejorar su parque de material, al adquirir un conjunto de automotores y sus

⁴⁶ Tras complejos procesos de fusión, tanto la antigua Westinghouse como la General Eléctrica Española se encuentran integradas en la multinacional de origen canadiense Bombardier.

⁴⁷ Juanjo Olaizola: "Material motor del ferrocarril de Bilbao a San Sebastián" (pp. 138-141).

⁴⁸ Juanjo Olaizola: en Ciento cincuenta años de la casa GANZ (pp. 22 a 26).

⁴⁹ Juanjo Olaizola: "Material motor del ferrocarril de Bilbao a San Sebastián" (pp. 112-115).

⁵⁰ Rafael Alcaide: "El Treno de Valencia" (pp. 160 a 162) y Javier Fernández en "La vía estrecha en Asturias" (pp. 262 y 263)

⁵¹ Juanjo Olaizola: "Material motor del ferrocarril de Bilbao a San Sebastián" (pp. 117-118).

respectivos remolques, a la Sociedad Nacional de Ferrocarriles Vecinales (SNCV)⁵². Ante el buen resultado de estas unidades, FEVE decidió realizar una nueva compra con destino a sus líneas de Valencia⁵³, ciudad donde fueron conocidos entre los ferroviarios como los “fabiolos”⁵⁴



Los “fabiolos” fueron adquiridos de ocasión en Bélgica por el Ferrocarril del Carreño y FEVE.

Por último, cabe recordar que en 1994, los Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya adquirieron dos composiciones de ocasión al ferrocarril suizo del Appenzeller Bahn, con el fin de poder superar una importante punta de tráfico entre tanto se recibían unidades de nueva construcción.

LOS SISTEMAS DE ELECTRIFICACIÓN

Los inicios de la tracción eléctrica en los ferrocarriles se encuentran íntimamente ligados a los propios avances tecnológicos de esta fuente de energía. Así, en sus primeras aplicaciones se utilizó la corriente continua en baja tensión, ya que este fue el primer sistema de generación desarrollado.

Las primeras aplicaciones de la electricidad a la tracción se realizaron en las redes de tranvías urbanos, cuyo desarrollo estaba limitado hasta entonces a las limitaciones de la tracción animal y a los inconvenientes que presentaba la utilización de locomotoras de vapor en el centro de las ciudades. A partir de 1885, se inició un rápido proceso de desarrollo de estos transportes urbanos, electrificándose en corriente continua en tensiones que oscilaban entre los 500 y 600 voltios⁵⁵.

Las primeras electrificaciones de concesiones estrictamente ferroviarias aprovecharon el desarrollo tecnológico que había supuesto el desarrollo de los tranvías, por lo que también se efectuaron a la tensión de 600 voltios. Sin embargo, pronto se pudo comprobar los inconvenientes que presentaba tan baja tensión en líneas de cierta longitud, ya que se producían importantes caídas de tensión que solo podían ser compensadas con un elevado número de subestaciones de alimentación.

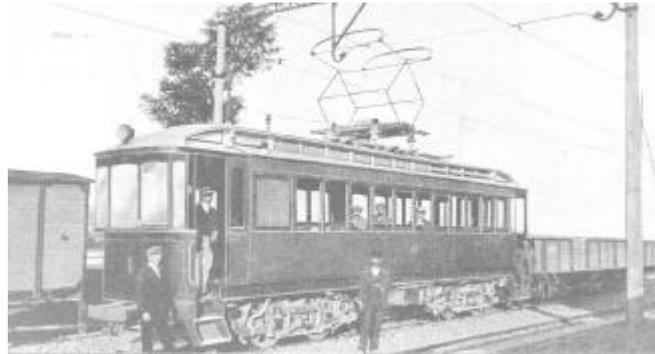
⁵² Javier Fernández: en “La vía estrecha en Asturias” (p.263).

⁵³ Rafael Alcaide: “El Tinet de Valencia” (pp. 162 a 164)

⁵⁴ En alusión a la reina belga de origen español, Dña. Fabiola de Mora y Aragón.

⁵⁵ En el estado español la primera electrificación se efectuó en el tranvía de Bilbao a Santurce, en 1896.

Para solucionar este inconveniente, la tecnología ferroviaria exploró a principios del siglo XX diversas alternativas. Una de ellas, la aplicación directa de la corriente alterna trifásica no tuvo desarrollo en los ferrocarriles de vía estrecha españoles⁵⁶. También era posible la utilización de la corriente alterna monofásica a alta tensión, aunque el desarrollo tecnológico de la época no permitía utilizar la frecuencia industrial (en Europa a 50 hercios), ya que ésta no se adaptaba a los motores de colector entonces disponibles, por lo que era preciso recurrir a frecuencias especiales. Este sistema de tracción, muy desarrollado en centroeuropa, solo tuvo aplicación en España en el ferrocarril de vía métrica de Pamplona a Aoiz y Sangüesa (Irati).



El ferrocarril del Irati fue el único electrificado en España en corriente alterna monofásica.

La última alternativa consistía en mantener la corriente continua pero elevando su voltaje a valores superiores, ya que cuanto más alta sea, menores son las caídas de tensión. Así, en 1917 la Compañía de los Ferrocarriles de Cataluña optó para su electrificación de Sarriá a Tarrasa y Sabadell por la tensión de 1.200 voltios, exactamente el doble de la habitual hasta entonces. Este hecho permitía que los automotores adquiridos para este servicio pudieran circular tanto en las nuevas electrificaciones como en la de Barcelona a Sarriá, disponiendo los equipos de tracción en serie o en paralelo, según fuera la tensión de alimentación a utilizar. Posteriormente este sistema también sería utilizado por el Ferrocarril de Granada a Sierra Nevada, el de Sóller y el de Guadarrama.

A partir de 1926, la mayor parte de las electrificaciones se realizaron a la tensión de 1.500 voltios⁵⁷, siguiendo los criterios implantados en las principales electrificaciones ferroviarias francesas, sistema por el que también optó en esta fecha la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España para la electrificación de diversas líneas de vía ancha en el País Vasco y Cataluña. Excepcionalmente, y aunque su concesionario era de origen francés, el Ferrocarril de Puertollano a Conquista fue electrificado a 3.000 voltios en corriente continua. Sin embargo, no hay que olvidar que los ferrocarriles situados en la zona francesa del protectorado de Marruecos también fueron electrificados en esta tensión.

⁵⁶ Sin embargo, este sistema fue el empleado en la primera electrificación de un ferrocarril de vía ancha, entre Gergál y Santa Fé (Almería).

⁵⁷ Excepto en las que eran continuación o enlazaban con líneas anteriormente electrificadas a 600 voltios, en las que se mantuvo este valor inicial.



Automotor de mercancías del Ferrocarril del Urola, primero en España electrificado a la tensión de 1.500 voltios en corriente continua.

Finalizada la segunda guerra mundial, se desarrolló en Europa un nuevo sistema de electrificación en muy alta tensión⁵⁸ en corriente alterna y frecuencia industrial de 50 hercios. Sus ventajas eran innegables, al simplificar notablemente las subestaciones de tracción y reducir su número. Sin embargo, su aplicación era incompatible con las electrificaciones existentes, por lo que solamente resultaba de interés para actuaciones de nueva planta⁵⁹.

Es posible que cuando FEVE inició la modernización de las electrificaciones en las líneas de vía estrecha españolas se plantease la posibilidad de modificar el sistema de tensión de las viejas concesiones para utilizar la alta tensión a 25.000 voltios en corriente alterna monofásica⁶⁰. Sin embargo, esta opción hubiera supuesto retirar del servicio las instalaciones y el material móvil existentes, en buena parte todavía sin amortizar, mientras que si hubiera limitado su aplicación a las nuevas electrificaciones a realizar en Cantabria y Asturias, hubiera supuesto disponer de dos sistemas totalmente incompatibles entre sí. Por esta razón, la empresa estatal se decantó finalmente por unificar la tensión a 1.500 voltios en corriente continua, ya que ésta era la más arraigada en sus diversas líneas.

Cabe por último recordar que de los 240.970 kilómetros de ferrocarriles electrificados en el mundo⁶¹ solamente 21.120 lo están a la tensión de 1.500 voltios, repartidos principalmente en países como Francia, Holanda y Japón.

RELACIÓN DE LINEAS DE ANCHO INFERIOR AL NORMAL ESPAÑOL ELECTRIFICADAS⁶²

Empresa	Línea	Inauguración	Longitud	Tensión
Cía Fc de Ulía	Ategorrieta-Monte Ulía	8-6-1902	3,1 Km.	600 Vcc
S.S Hernani	San Sebastián Hernani	2-8-1903	11,7 Km.	600 Vcc.
Fc. Sarriá	Barcelona-Sarriá	28-10-1905.	4,6 Km.	600 Vcc

⁵⁸ Habitualmente en 25.000 voltios.

⁵⁹ En España este sistema se utiliza en las nuevas líneas de Alta Velocidad.

⁶⁰ De hecho, a principios de los años ochenta se estudió aplicar este sistema en la línea de Cartagena a los Blancos, aunque finalmente esta línea no fue electrificada. José Antonio Gomez et al. "Los trenes mineros de Cartagena, Mazarrón y Morata" (p. 42).

⁶¹ Lo que representa el 21,5% de la red ferroviaria mundial.

⁶² Relación exclusiva de concesiones ferroviarias convencionales. No incluye tranvías ni ferrocarriles metropolitanos (tampoco el denominado Suburbano de Madrid, actual línea 10 del Metro de la capital española), ni tampoco las nuevas líneas de alta velocidad, construidas en ancho internacional, inferior por tanto al denominado "ancho normal español".

Fc. de la Loma.	Baeza Emp.-La Yedra	6-10-1907.	16 Km.	600 Vcc
Fc. de la Loma.	La Yedra-Ubeda	6-10-1907.	7 Km.	600 Vcc
Fc. de la Loma.	La Yedra.-Baeza	8-12-1907.	5 Km.	600 Vcc
Fc. del Irati	Pamplona-Aoiz-Sangüesa	23-4-1912.	58,9 Km.	6.000 Vam
S.S.F.F.	San Sebastián-Irún	5-12-1912.	19,6 Km.	600 Vcc
S.S.F.F.	Irún-Hendaya	13-7-1913	1,8 Km.	600 Vcc.
T.E.Granada	Granada-Santa Fé	22-3-1914	9,5 Km.	600 Vcc
T.E.Granada	Granada-Atarfe	24-12-1917	9,7 Km.	600 Vcc
Fc. Cataluña	Sarriá-San Cugat	26-10-1917	10,7 Km.	1.200 Vcc.
Fc. Cataluña	San Cugat-Rubí	13-9-1918	4,9 Km.	1.200 Vcc.
T.E.Granada	Atarfe-Pinos Puente	19-10-1918	6,6 Km.	600 Vcc
C.T.F.V.	Valencia-Grao	1918	5,8 Km.	600 Vcc.
T.E.Granada	Santa Fé-Chauchina	29-1-1919	4,7 Km.	600 Vcc
Fc. Cataluña	Rubí-Tarrasa	28-12-1919	9,3 km.	1.200 Vcc.
T.E.Granada	Armilla-Alhedín	16-2-1921	4,5 Km.	600 Vcc.
T.E.Granada	Granada-La Zubia	30-4-1921	6,9 Km.	600 Vcc.
Fc. Cataluña	San Cugat-Sabadell	1-6-1922	10,4 Km.	1.200 Vcc.
Carreño	Musel-Avilés	3-8-1922	22,2 Km.	600 Vcc.
C.T.F.V.	Valencia-Rafelbuñol	1922	13,3 Km.	600 Vcc.
C.T.F.V.	Valencia-Bétera	1922	18,8 Km.	600 Vcc.
Guadarrama	Cercedilla-Navacerrada	12-7-1923	11,1 Km.	1.200 Vcc.
T.E.Granada.	Alhedín-Durcal	18-7-1924	18,7 Km.	600 Vcc.
T.F.G.S.N.	Granada-Maitena	21-2-1925	17,3 Km.	1.200 Vcc.
C.T.F.V.	Valencia-Liria	1925	28,3 Km.	600 Vcc.
Fc. Urola	Zumárraga-Zumaya	22-2-1926	36,6 Km.	1.500 Vcc.
C.G.F.C	Barcelona-Sant Boi	27-5-1926	8,9 Km.	1.500 Vcc.
T.E.V.C.A.	Vigo-La Ramallosa	3-9-1926	17 Km.	600 Vcc.
Fc. P.P.	Puertollano-Conquista	3-12-1927	55,2 Km.	3.000 Vcc.
S.B.	Bilbao-Las Arenas	7-2-1928	11,8 Km.	-1.500 Vcc.
Vascongados	Bilbao-San Sebastián	24-4-1929	107,9 Km.	1.500 Vcc.
S.B.	Las Arenas-Plencia	28-4-1929	13,9 Km.	-1.500 Vcc.
Fc. Sóller	Palma-Sóller	14-7-1929	27,3 Km.	1.200 Vcc.
Vascongados	Málzaga-Zumárraga	20-11-1929	22,7 Km.	1.500 Vcc.
Estado	Vitoria-Estella	21-12-1929	69,5 Km.	1.500 Vcc.
S.F.M.G.P.	Ribes-Nuria	22-3-1931	13 Km.	1.500 Vcc.
Estado	Vitoria-Mecolalde	20-2-1938	59,5 Km.	1.500 Vcc.
Estado	San Prudencio-Oñate	20-2-1938	6,7 Km.	1.500 Vcc.
T.E.Granada	Chauchina-Fuente Vaquero	9-8-1939	2,6 Km.	600 Vcc
Vascongados	Durango-Elorrio	2-2-1946	10,2 Km.	1.500 Vcc.
C.T.F.V.	Valencia-Nazaret	21-2-1947	5,1 Km.	600 Vcc.
C.T.F.V.	Valencia-Paiporta	21-2-1947	5,9 Km.	600 Vcc.
C.T.F.V.	Paiporta-Picaña	1-7-1947	0,9 Km.	600 Vcc.
C.T.F.V.	Picaña-Torrente	5-12-1947	2,3 Km.	600 Vcc.
Estado	Andollu-Estíbaliz	2-3-1948	3 Km.	1.500 Vcc.
F.T.S.	Luchana-Sondica	12-10-1949	4,2 Km.	-1.500 Vcc.
F.T.S.	Matico-Azbarren	1-12-1949	4,9 Km.	-1.500 Vcc.
F.T.S.	Bilbao-Sondica-Lezama	5-3-1950	12,5 Km.	-1.500 Vcc.
F.T.S.	Sondica-Munguía	3-9-1950	12,1 Km.	-1.500 Vcc.

Carreño	Aboño-Gijón	1-10-1950	8,1 Km.	600 Vcc.
C.T.F.V.	Torrente-Alginet	27-2-1954	20 Km.	600 Vcc.
C.T.F.V.	Alginet-Carlet	25-3-1954	6 Km.	600 Vcc.
C.T.F.V.	Carlet-Alcudia	15-1-1955	3,8 Km.	600 Vcc.
C.T.F.V.	Alcudia-Villanueva de Cast	30-1-1957	13,6 Km.	600 Vcc.
C.G.F.C.	Sant Boi-Palleja	9-7-1961	9,1 Km.	1.500 Vcc.
RENFE	Navacerrada-Los Cotos	29-10-1964	7,1 Km.	1.500 Vcc.
C.G.F.C.	Palleja-Martorell	1-2-1968	10,7 Km.	1.500 Vcc.
C.G.F.C.	Martorell-Monistrol	6-4-1971	16,9 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Amorebieta-Bermeo	29-5-1973	28,7 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Santander-Pte. S. Miguel	23-10-1981	29,7 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Santander-Liérganes	23-10-1981	25,9 Km.	1.500 Vcc.
F.G.C.	Monistrol-Manresa	4-1-1984	15,8 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Pte. S. Miguel-Cabezón S.	20-12-1984	14,9 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Avilés-Pravia	1-12-1986	24,3 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Gijón-Laviana	18-5-1993	52,1 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Pravia-Cudillero	22-6-1994	12,8 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Oviedo-Pola de Siero	13-9-1995	17,5 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Bilbao-Balmaseda	16-10-1996	32,8 Km.	1.500 Vcc.
F.G.C.	Martorell-Igualada	3-11-1998	36,8 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Oviedo-Trubia	4-2-1999	12,9 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Pola de Siero-Nava	7-7-2001	15,1 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Trubia-San Estaban Pravia	4-12-2002	39,1 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Nava-Infiesto	10-5-2003	14,1 Km.	1.500 Vcc.
F.G.C.	Monistrol-Montserrat	11-6-2003	13,8 Km.	1.500 Vcc.

RELACIÓN DE ELECTRIFICACIONES DE LINEAS DE ANCHO INFERIOR AL NORMAL ESPAÑOL CLAUSURADAS

Empresa	Línea	Clausura	Longitud	Tensión
Cia Fc de Ulía	Ategorrieta-Monte Ulía	8-9-1917	3,1 Km.	600 Vcc
Fc. del Irati	Pamplona-Aoiz-Sangüesa	1-1-1956.	58,9 Km.	6.000 Vam
C.T.F.V.	Valencia-Nazaret	15-10-1957	5,1 Km.	600 Vcc.
S.E.F.T.	Loiola-Hernani	28-2-1958	8,6 Km.	600 Vcc.
FEVE	Baeza Emp.-La Yedra	15-1-1966.	16 Km.	600 Vcc
FEVE	La Yedra-Ubeda	15-1-1966.	7 Km.	600 Vcc
FEVE	La Yedra.-Baeza	15-1-1966.	5 Km.	600 Vcc
FEVE	Vitoria-Estella	31-12-1967	69,5 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Vitoria-Mecolalde	31-12-1967	59,5 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	San Prudencio-Oñate	31-12-1967	6,7 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Andollu-Estíbaliz	31-12-1967	3 Km.	1.500 Vcc.
T.E.V.C.A.	Vigo-La Ramallosa	31-12-1968	17 Km.	600 Vcc.
F.T.S.	Matico-Azbarren	1-4-1969	4,9 Km.	-1.500 Vcc.
FEVE	Puertollano-Conquista	1-8-1970	55,2 Km.	3.000 Vcc.
FEVE	Granada-Atarfe	20-1-1974	9,7 Km.	600 Vcc
FEVE	Granada-Maitena	20-1-1974	17,3 Km.	1.200 Vcc.
FEVE	Atarfe-Pinos Puente	20-1-1974	6,6 Km.	600 Vcc
FEVE	Granada-Santa Fé	14-2-1974	9,5 Km.	600 Vcc
FEVE	Santa Fé-Chauchina	14-2-1974	4,7 Km.	600 Vcc

FEVE	Chauchina-Fuente Vaquero	14-2-1974	2,6 Km.	600 Vcc
FEVE	Armillá-Alhedín	14-2-1974	4,5 Km.	600 Vcc.
FEVE	Granada-La Zubia	14-2-1974	6,9 Km.	600 Vcc.
FEVE	Alhedín-Durcal	14-2-1974	18,7 Km.	600 Vcc.
FEVE	Málzaga-Zumárraga	1-3-1975	22,7 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Durango-Elorrio	1-3-1975	10,2 Km.	1.500 Vcc.
F.T.S.	Sondica-Munguía	11-5-1975	12,1 Km.	-1.500 Vcc.
EuskoTren	Zumárraga-Zumaya	16-7-1986	36,6 Km.	1.500 Vcc.

Total kilómetros clausurados: 481,6.

RELACIÓN DE ELECTRIFICACIONES EN LÍNEAS DE ANCHO INFERIOR AL NORMAL ESPAÑOL ACTUALMENTE EN SERVICIO

Empresa	Línea	Inauguración	Longitud	Tensión
EuskoTren	San Sebastián-Loyola	2-8-1903	3,1 Km.	1.500 Vcc.
F.G.C.	Barcelona-Sarriá	28-10-1905.	4,6 Km.	1.500 Vcc.
EuskoTren	Loiola-Irún	5-12-1912.	16,5 Km.	1.500 Vcc.
EuskoTren	Irún-Hendaya	13-7-1913	1,8 Km.	1.500 Vcc.
F.G.C.	Sarriá-San Cugat	26-10-1917	10,7 Km.	1.500 Vcc.
F.G.C.	San Cugat-Rubí	13-9-1918	4,9 Km.	1.500 Vcc.
F.G.V.	Valencia-Grao ⁶³	1918	5,8 Km.	750 Vcc.
F.G.C.	Rubí-Tarrasa	28-12-1919	9,3 km.	1.500 Vcc.
F.G.C.	San Cugat-Sabadell	1-6-1922	10,4 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Musel-Avilés	3-8-1922	22,2 Km.	1.500 Vcc.
F.G.V.	Valencia-Rafelbuñol ⁶⁴	1922	13,3 Km.	1.500 Vcc.
F.G.V.	Valencia-Bétera ⁶⁵	1922	18,8 Km.	1.500 Vcc.
RENFE	Cercedilla-Navacerrada	12-7-1923	11,1 Km.	1.500 Vcc.
F.G.V.	Valencia-Liria ⁶⁶	1925	28,3 Km.	1.500 Vcc.
F.G.C.	Barcelona-Sant Boi	27-5-1926	8,9 Km.	1.500 Vcc.
Metro Bilbao	Bilbao-Las Arenas ⁶⁷	7-2-1928	11,8 Km.	1.500 Vcc.
EuskoTren	Bilbao-San Sebastián	24-4-1929	107,9 Km.	1.500 Vcc.
Metro Bilbao	Las Arenas-Plencia ⁶⁸	28-4-1929	13,9 Km.	1.500 Vcc.
Fc. Sóller	Palma-Sóller	14-7-1929	27,3 Km.	1.200 Vcc.
F.G.C..	Ribes-Nuria	22-3-1931	13 Km.	1.500 Vcc.
F.G.V.	Valencia-Paiporta ⁶⁹	21-2-1947	5,9 Km.	1.500 Vcc.
F.G.V.	Paiporta-Picaña ⁷⁰	1-7-1947	0,9 Km.	1.500 Vcc.
F.G.V.	Picaña-Torrente ⁷¹	5-12-1947	2,3 Km.	1.500 Vcc.
EuskoTren	Luchana-Sondica ⁷²	12-10-1949	4,2 Km.	1.500 Vcc.
EuskoTren	Bilbao-Sondica-Lezama	5-3-1950	12,5 Km.	1.500 Vcc.

⁶³ Integrada en el Metro de Valencia (Tranvía)

⁶⁴ Integrada en el Metro de Valencia

⁶⁵ Integrada en el Metro de Valencia

⁶⁶ Integrada en el Metro de Valencia

⁶⁷ Integrada en la línea 1 del Metro de Bilbao

⁶⁸ Integrada en la línea 1 del Metro de Bilbao

⁶⁹ Integrada en el Metro de Valencia

⁷⁰ Integrada en el Metro de Valencia

⁷¹ Integrada en el Metro de Valencia

⁷² Servicio de viajeros suspendido desde el 1-1-1997

FEVE	Aboño-Gijón	1-10-1950	8,1 Km.	1.500 Vcc.
F.G.V.	Torrente-Alginet ⁷³	27-2-1954	20 Km.	1.500 Vcc.
F.G.V.	Alginet-Carlet ⁷⁴	25-3-1954	6 Km.	1.500 Vcc.
F.G.V.	Carlet-Alcudia ⁷⁵	15-1-1955	3,8 Km.	1.500 Vcc.
F.G.V.	Alcudia-Villanueva de C. ⁷⁶	30-1-1957	13,6 Km.	1.500 Vcc.
F.G.C.	Sant Boi-Palleja	9-7-1961	9,1 Km.	1.500 Vcc.
RENFE	Navacerrada-Los Cotos	29-10-1964	7,1 Km.	1.500 Vcc.
F.G.C.	Palleja-Martorell	1-2-1968	10,7 Km.	1.500 Vcc.
F.G.C.	Martorell-Monistrol	6-4-1971	16,9 Km.	1.500 Vcc.
EuskoTren	Amorebieta-Bermeo	29-5-1973	28,7 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Santander-Pte. S. Miguel	23-10-1981	29,7 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Santander-Liérganes	23-10-1981	25,9 Km.	1.500 Vcc.
F.G.C.	Monistrol-Manresa	4-1-1984	15,8 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Pte. S. Miguel-Cabezón S.	20-12-1984	14,9 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Avilés-Pravia	1-12-1986	24,3 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Gijón-Laviana	18-5-1993	52,1 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Pravia-Cudillero	22-6-1994	12,8 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Oviedo-Pola de Siero	13-9-1995	17,5 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Bilbao-Balmaseda	16-10-1996	32,8 Km.	1.500 Vcc.
F.G.C.	Martorell-Igualada	3-11-1998	36,8 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Oviedo-Trubia	4-2-1999	12,9 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Pola de Siero-Nava	7-7-2001	15,1 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Trubia-San Estaban Pravia	4-12-2002	39,1 Km.	1.500 Vcc.
FEVE	Nava-Infiesto	10-5-2003	14,1 Km.	1.500 Vcc.
F.G.C.	Monistrol-Montserrat	11-6-2003	13,8 Km.	1.500 Vcc.

Total: 851 Kilómetros

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaide González, Rafael: *El Trenet de Valencia*. Barcelona. Lluís Prieto editor, 1998.
- Aranguren Castro, Javier: *Automotores Españoles, 1906-1991*. Madrid. Autoedición, 1992.
- Arenillas Melendo, Justo: *La tracción en los ferrocarriles españoles*. Madrid. GIRE-RENFE, 1986.
- Arteche, I., Odriozola, L., y Olaizola, J.: *El Ferrocarril del Urola*. Azpeitia, Ayuntamiento de Azpeitia, 2002.
- Bent, Mike: *Narrow Gauge Rails Through the Cordillera*. Semaphore Press, 1998.
- Explotación de Ferrocarriles por el Estado: *Memorias 1941-1964*. Madrid.
- Cañellas Serrano, Nicolás S.: *El Ferrocarril a Mallorca, La via del progrès*. Palma de Mallorca. Edicions Documenta Balear. 2001.
- Capín Roa, Ramón: "Las nuevas locomotoras 1900 de FEVE", en *Trenmania N° 12*. Valencia 2003.

⁷³ Integrada en el Metro de Valencia

⁷⁴ Integrada en el Metro de Valencia

⁷⁵ Integrada en el Metro de Valencia

⁷⁶ Integrada en el Metro de Valencia

- Cornolò Giovanni et al.: *Ferrovie trifasi nel mondo, 1895-2000*. Parma. Ermanno Albertelli Editore, 2000.
- Gómez Martínez, José Antonio, et al.: *Los trenes mineros de Cartagena, Mazarrón y Morata*. Barcelona. Lluís Prieto Editor. 1996.
- Gómez Martínez, José Antonio: *El Ferrocarril del Ferrol a Gijón*. Gijón. Ed. Trea, 1999
- Guerricabeitia, José Antonio: “Electrificación del ramal de Durango a Elorrio de la Compañía de los Ferrocarriles Vascongados”. En *Ferrocarriles y Tranvías, N° 145*. Madrid, 1946.
- Guerricabeitia, José Antonio: *100 años Cia. De los Ferrocarriles Vascongados, S.A., 1882-1982*. Bilbao, La Editorial Vizcaina, S.A. 1982.
- López, Mikel y Vivanco, Javier: “El ferrocarril de Amorebieta a Bermeo (y 3)”. En *CARRIL N° 19*. Barcelona 1990.
- López García, Mercedes: *La vía estrecha en Asturias*. Gijón. Gran Enciclopedia Asturiana. 1995.
- Machefert Tassin, Yves et al.: *Histoire de la traction électrique (tomos I y II)*. París. La Vie du Rail, 1980.
- Martinena Ruiz, Juan José: *Navarra y el Tren*. Pamplona, Gobierno de Navarra, 1998.
- Melis Maynar, Manuel: *Ferrocarriles Metropolitanos*. Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, 2002.
- Mendizabal Peña, Alejandro: “Junta de Obras de los Ferrocarriles de Estella a Vitoria y de Oñate a San Prudencio, Memoria sobre el estado de los diferentes servicios en 30 de junio de 1924”. Madrid, Talleres Voluntad, 1924.
- Mendizabal, Pedro: “La electrificación del ferrocarril de Las Arenas”, en *Dyna N° 21*, Bilbao, septiembre de 1927
- Moratinos, José L.: “La electrificación ferroviaria (I y II)” en *Amigos del Ferrocarril, N° 24 y 25*. Madrid, 1980-1981.
- Morley, J., Spencer, P.G.: *Locomotives & Railcars of the Spanish Narrow Gauge Public Railways*. London Industrial Railway Society, 1995.
- Olaizola Elordi, Juanjo: “Los tranvías de Hernani y Fuenterrabía”. En *Carril, N° 26*. Barcelona, 1989
- Olaizola Elordi, Juanjo: “El Topo (I y II)”. En *Carril, N° 35 y 36*. Barcelona, 1992.
- Olaizola Elordi, Juanjo: *Primer Centenario del Ferrocarril a Plentzia*. Bilbao, EuskoTren, 1993.
- Olaizola Elordi, Juanjo: “Ciento cincuenta años de la casa GANZ”. En *Doble Tracción, N° 13*. Barcelona, 1995.
- Olaizola Elordi, Juanjo: “Los orígenes de la tracción eléctrica en España”. En *Carril, N° 59*. Barcelona, 1999.
- Olaizola Elordi, Juanjo: *EL ferrocarril de Durango Arrázola y Elorrio*. Durango. Museo de Arte e Historia de Durango, 2000.
- Olaizola Elordi, Juanjo: *Material Motor del Ferrocarril de Bilbao a San Sebastián*. Bilbao, EuskoTren 2001
- Olaizola Elordi, Juanjo: *El Ferrocarril Vasco-Navarro*. Bilbao, EuskoTren 2002
- Ormaechea, Angel: *Ferrocarriles en Euskadi, 1855-1936*. Bilbao, Eusko Trenbideak, 1988.
- Pontecorvo, Lello: *La línea de contacto de los Ferrocarriles Vascongados*, Madrid?, Anales de la Asociación de ingenieros del Instituto católico de artes e industrias, 1929.
- Salmerón i Bosch, Carles: *El tren de Sarrià*. Barcelona, Ed. Términus, 1988.
- Salmerón i Bosch, Carles: *El trend el Vallès*. Barcelona, Ed. Términus, 1988.
- Salmerón i Bosch, Carles: *Els ferrocarrils Catalans*. Barcelona, Ed. Términus, 1985.

Salmerón, Carles y Olaizola, Juanjo: *Eusko Trenbideak, historia y técnica*. Barcelona, Ed. Términus, 1990.

Wais, Francisco: *Historia de los Ferrocarriles Españoles (Segunda Edición)*. Madrid. E Editora Nacional, 1994.