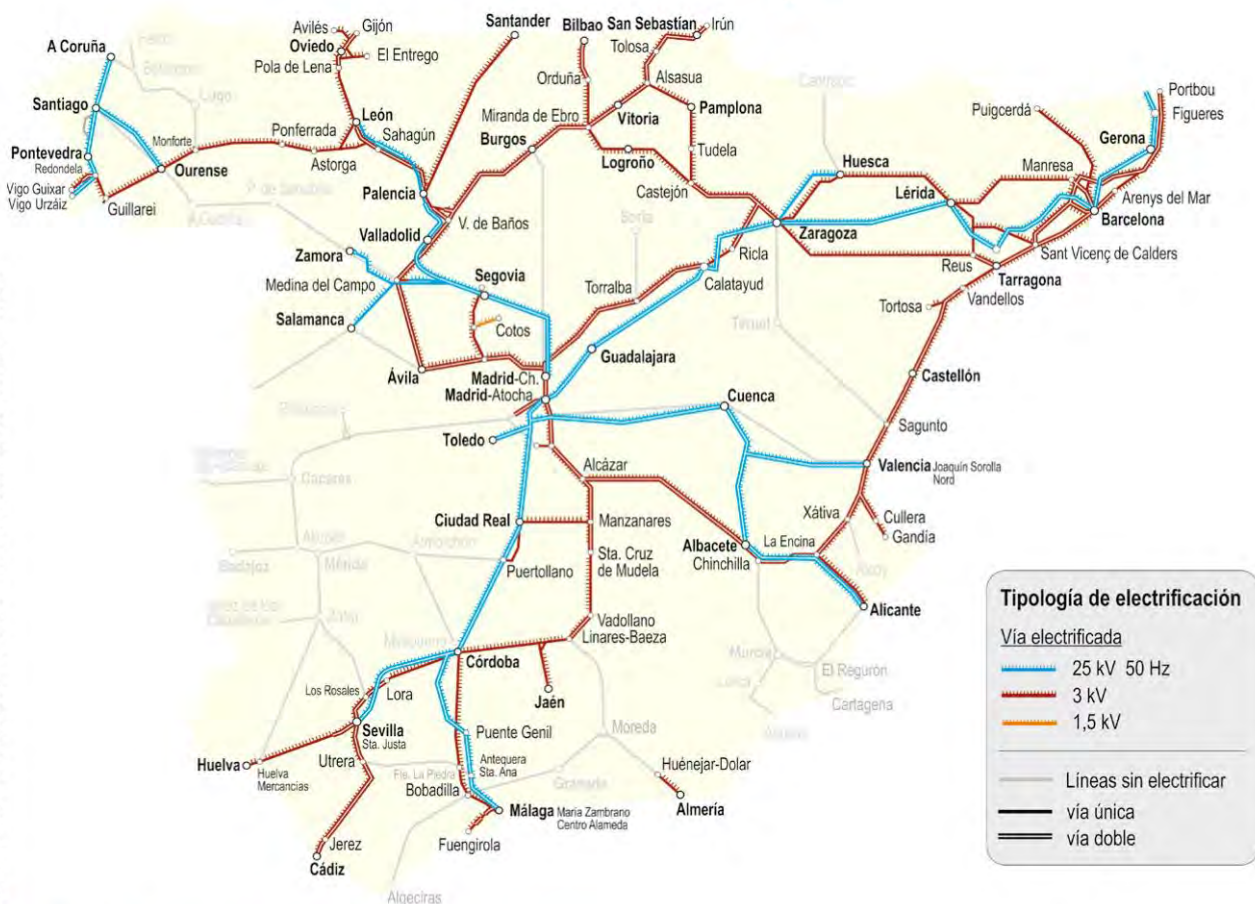


# Electrificación: Catenaria en la red española

DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFÍA DE LA FUNDACIÓN DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES



**Tipología de electrificación**

Vía electrificada

- 25 kV 50 Hz
- 3 kV
- 1,5 kV

---

- Líneas sin electrificar
- vía única
- vía doble

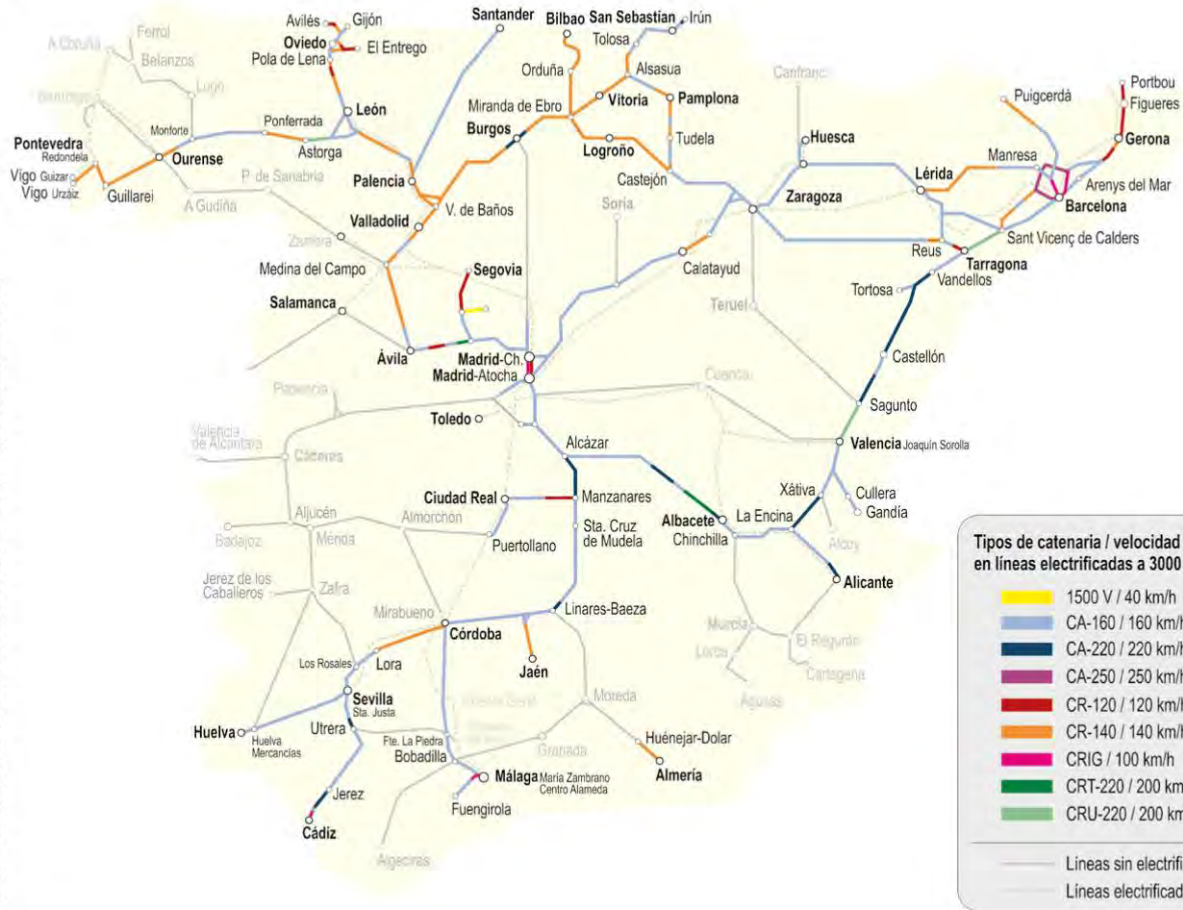
En la red que administra Adif, coexisten líneas alimentadas a 1.500 y 3.000 voltios en corriente continua, y a 25.000 y 50 hercios en alterna. En las líneas convencionales de ancho de vía de 1.668 milímetros existen tramos de líneas aéreas a 3.000 y 25.000 voltios, en las de alta velocidad y 1.435 milímetros sólo a 25.000 voltios y finalmente en los tramos de ancho métrico están electrificadas a 1.500 voltios.

Esta última tensión de alimentación sólo está presente en los 381 kilómetros electrificados de la red de ancho métrico que explota Renfe desde la integración de Feve, y en los dieciocho de la línea de vía única Cerdedilla-Cotos, ferrocarril de montaña en las provincias de Madrid y Segovia.

En el primer caso la catenaria es del tipo RAM (Red Ancho Métrico) 1.500 V, apta según los tramos para velocidades máximas de 120 o 140 km/h. La segunda, circunscrita al pequeño tramo métrico del núcleo de Cercanías de Madrid, comenzó a instalarse en 1970 y permite una velocidad máxima de 40 km/h.

En la red de alta velocidad coexisten cinco tipos de catenaria, RE-250, apta para 300 km/h, SI-CAT HI para 330, y las C-350, AE-350 y CAVE -350 que

DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFÍA DE LA FUNDACIÓN DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES

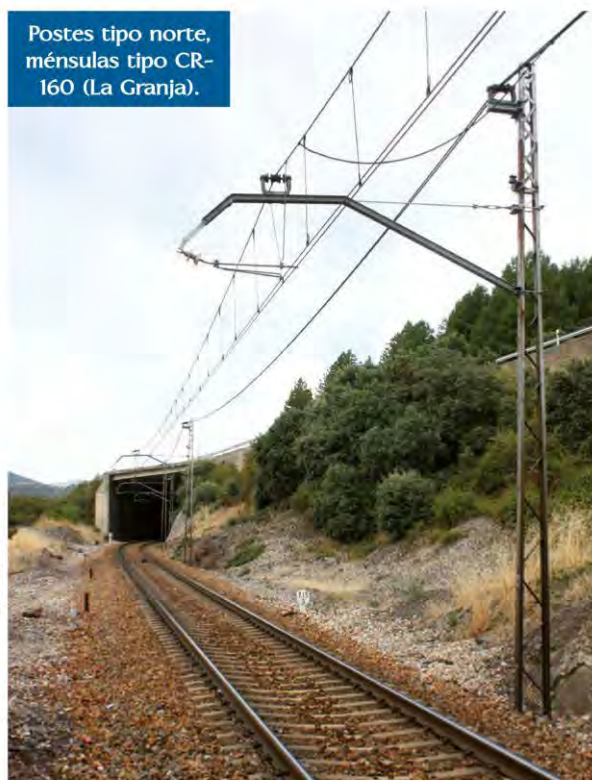


permiten circulaciones a velocidades máximas de 350 km/h.

## Ancho ibérico

En la red de ancho ibérico, coexisten nueve tipos de catenaria distintos a 3.000 voltios, de los que el más habitual es el CA 160, que alimenta 5.619 kiló-

Postes tipo norte, ménsulas tipo CR-160 (La Granja).



CONZALO RUBIO

metros de líneas y es apta para velocidades de hasta 160 km/h. Su introducción en la red respondía a la exigencia de mayores velocidades de explotación de los trenes y fue mejorándose progresivamente con distintas modificaciones hasta el año 1986. La catenaria tipo CR 160 Ménsula Tubular está instalada en otros 228 kilómetros.

A continuación, por número de kilómetros, la más habitual es la catenaria CR 140, apta para 140 km/h, que está instalada en 2.059 kilómetros de líneas. Esta CR140 es la evolución del tipo CR 120 que comenzó a instalarse en 1956 y de la que todavía está operativa en 521 kilómetros de líneas que permiten circular hasta 120 km/h.

Instalada en 889 kilómetros de red la CA 220 tiene su origen en la modificación que Renfe decidió introducir en la CA 160 para que pudiera soportar velocidades de hasta 220 km/h.

Una cifra de kilómetros de líneas sensiblemente menor, 109 concretamente, corresponde a la catenaria rígida que comenzó a instalarse en pruebas en 1994 en un tramo de 143 metros del túnel de la Paradilla, entre Robledo de Chavela y Santa María de la Alameda en Madrid, y que hoy está presente únicamente en los túneles urbanos de la Red de Cercanías

En esa misma línea en 1944 se comenzó a instalar en 1944 la catenaria tipo MAS (Madrid-Ávila-Sevilla), apta para 120 km/h que equipa 66 kilómetros

CONZALO RUBIO



Las Matas.

CONZALO RUBIO



Un particular tipo de catenaria que solo está instalada entre Príncipe Pío y Las Rozas (Majadahonda).

CONZALO RUBIO



Mingorría.

CONZALO RUBIO



Catenaria GIF (St. Sadurní D'Anoia).

CONZALO RUBIO



La Granja.

CONZALO RUBIO



Catenaria 25 kV ancho Renfe. Pórtico rígido. (Cantalpino).

entre Santa María de la Alameda, y la Cañada y Navalgrande y Guimorcondo, y entre Cercedilla y Segovia.

Un total de 106 kilómetros disponen de catenaria tipo CRT 200 y otros tantos de la CRU 200, ambas muy similares y aptas para 200 km/h y cuyas diferencias fundamentales están en postes, péndola y ménsulas.

Además, otros 532 kilómetros de vías convencionales están equipados con catenaria de 25.000 voltios, que soporta circulaciones a 250 km/h de velocidad máxima, con dos tipos fundamentalmente, CA 220/25 kV, en 362 kilómetros y C2 350/ 25 kV en otros 170.

## ■ Proyectos

Adif, tiene en proyecto o ejecución varios trabajos de renovación de catenaria, en el marco de un proceso que supone un punto de inflexión en este tipo de actuaciones.

La tendencia es, en línea con las directivas europeas de interoperabilidad, instalar en estas renovaciones catenarias híbridas, con tecnologías similares a las europeas que estén preparadas para 25.000 voltios de tensión de alimentación, aunque su uso normal sea a 3.000.

Son catenarias eléctricamente dimensionadas



Dos tipos de catenarias. Catenaria tipo GIF (LAV La Sagra-Toledo) y, en primer plano, catenaria NAFA (LAV Madrid-Sevilla). (La Sagra).

GONZALO RUBIO

para corriente continua pero mecánicamente preparadas para que la transición a la corriente alterna sea sencilla si fuera necesario llevarla a término.

Esta es la tendencia a medio y largo plazo, y la catenaria híbrida ya está instalada en tramos del Corredor Mediterráneo y en el futuro se irá implantando en los corredores donde exista un plan para la transformación de la tensión a 25 kV.

Actualmente, se están llevando a cabo las obras de renovación de la línea aérea de contacto en el tramo de 25,3 kilómetros y vía doble de San-



Feeder utilizado en los puertos de Pajares y La Granja para conectar con una misma subestación la parte alta y la parte baja del puerto.

GONZALO RUBIO

ta María de la Alameda a La Cañada, en la línea Madrid-Hendaya. Esta línea aérea está sin compensar, es de tipo MAS y originalmente fue instalada en el periodo 1944-1946 en el curso de la electrificación de Madrid-Ávila-Segovia.

En el periodo 2005-2010 se llevaron a cabo renovaciones integrales de vía y catenaria en los tramos El Escorial-Santa María de la Alameda, La Cañada-Navalgrande y Guimorcondo-Ávila, quedando pendientes los tramos Santa María de la Alameda-La Cañada, actualmente en ejecución, y Navalgrande-Guimorcondo, planificada para realizarse en el año 2019.

## Alta velocidad en Guipúzcoa

Dentro de la nueva red ferroviaria de alta velocidad en el País Vasco, se encuentra englobado

### Mantenimiento de catenaria

Actualmente Adif realiza un mantenimiento preventivo cíclico aplicando procedimientos de revisión general y de elementos críticos. Se realiza generalmente en horario nocturno, en vehículos y en periodos de tres a cuatro horas y genera informes de auscultación geométrica anuales.

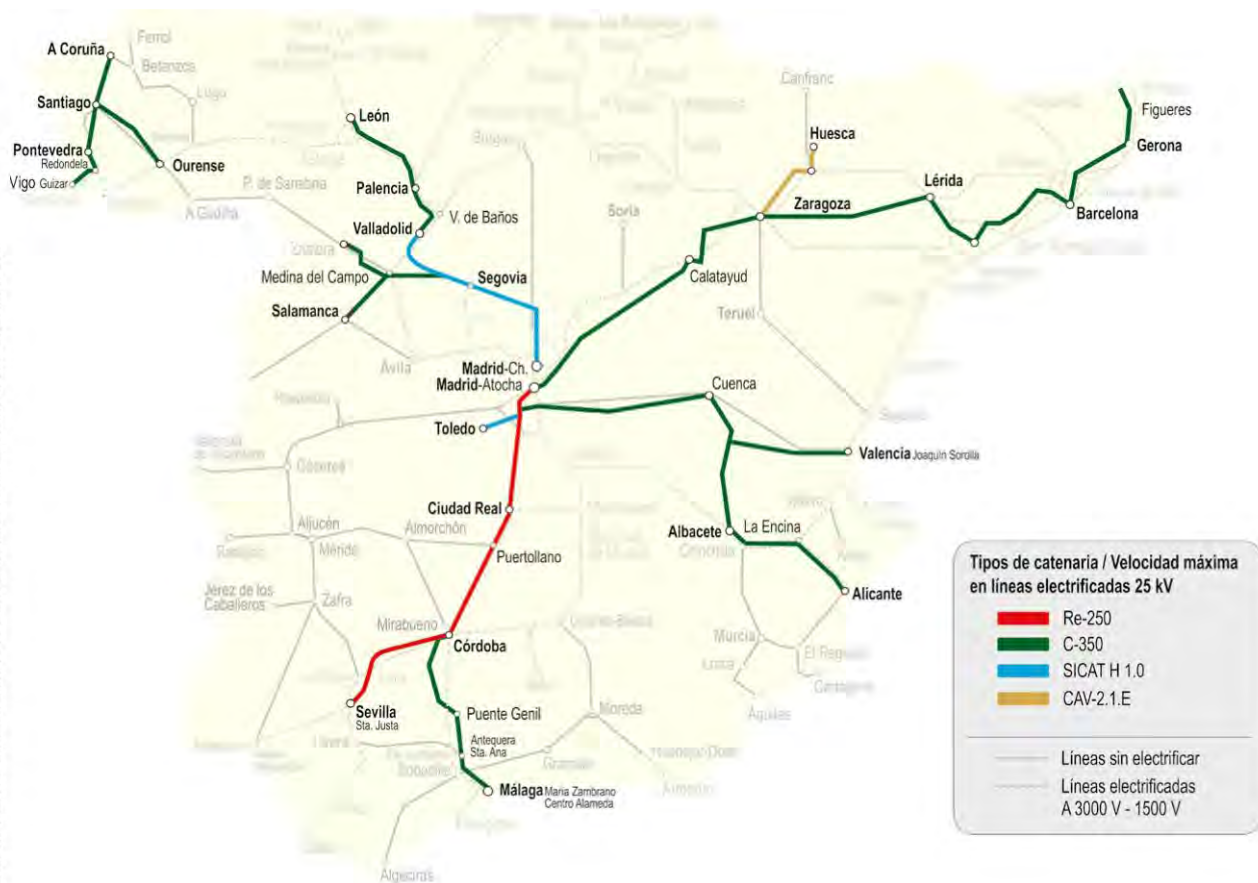
El nuevo proceso de mantenimiento que se implantará elimina el mantenimiento cíclico y sistemático de la línea aérea y se sustituye por el mantenimiento según estado apoyado en inspecciones visual y termográfica, auscultación geométrica y análisis de fiabilidad,

El nuevo proceso supone una simplificación global del proceso, minimizando los registros y los subprocesos internos. La inspección visual, diaria y a pie en tramos sin túneles y en vehículos en los túneles, tendrá una frecuencia entre cuatro y seis meses y generará informes con niveles de prioridad de 1 a 4.

La inspección termográfica sólo en elementos críticos como seccionadores, alimentaciones o conexiones eléctricas se realizará cada ocho a doce meses, diurno y en carga. Y arrojará un informe de defectos según cuatro niveles de prioridad de 1 a 4.

La auscultación geométrica permite medir parámetros como la altura y el descentramiento del hilo de contacto, su desgaste, flecha y contraflecha o detectar obstáculos dentro de la envolvente de seguridad, entre otros.

DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFÍA DE LA FUNDACIÓN DE LOS FERROCARRILES ESPAÑOLES



el proyecto de rehabilitación parcial y adaptación al tercer carril de la línea aérea de contacto en los tramos Hernani-San Sebastián y San Sebastián-Irún.

La actuación que garantizará la capacidad de gestión y circulación de trenes de viajeros y mercancías en ambos anchos de vía, parte de la decisión de finales de 2011, de instalar un tercer carril en la línea convencional entre Astigarraga e Irún, para permitir que los trenes de alta velocidad que utilicen la nueva infraestructura, efectúen parada comercial en el centro de San Sebastián, en la estación de Atocha, y continúen a Irún y a Francia sin necesidad de efectuar inversiones de marcha ni maniobras de cambio de ancho.

El proyecto, además de la implantación del tercer carril, incluye la adaptación de las vías generales de las estaciones de Pasajes y Lezo Rentería, con la posibilidad de banalización de trenes de ambos anchos.

Además se implantarán en los túneles de Loyola, Capuchinos y Gaintxurizketa nuevos gálibos estableciendo el nuevo posicionamiento de las vías y dotando a la vía de la geometría necesaria y se adaptarán los sistemas de electrificación a la nueva con-

figuración funcional de la línea y de las estaciones.

Esta adaptación contempla el refuerzo de potencia en el tramo en el que se enmarca el presente proyecto, con la construcción de una nueva subestación en Martutene y la instalación de los feeders correspondientes en el tramo.

Asimismo, se modificará la estación de Hernani para que disponga de capacidad de apartado de trenes de mercancías de longitud estándar interoperable de 750 metros sin necesidad de realizar cizallamientos de vías generales.

También dentro de los trabajos de la nueva red ferroviaria de alta velocidad en el País Vasco, se trabaja en la nueva configuración de la estación de Irún para dotarla de capacidad para trenes de ancho estándar en 3.000 voltios, tanto en la zona de viajeros como en la zona de Plaiaundi donde se gestionan los trenes de mercancías.

La estación de Irún tiene la particularidad de que permite el acceso de trenes franceses alimentados a 1500 voltios, y este proyecto también refuerza esta doble electrificación, configurando la catenaria en determinadas vías para que pueda alimentarse indistintamente a 1,5 ó tres kilovoltios en corriente continua.

## ■ Glosario de la catenaria

- Catenaria es un conjunto lineal de elementos situados sobre los carriles y en la misma dirección que estos, que constituye la línea aérea de transporte y suministro de energía a los trenes a través de un elemento de frotación llamado pantógrafo.
- La catenaria consta normalmente de hilo de contacto, sustentador y péndolas.
- Catenaria rígida es la catenaria que se utiliza en puntos de gálibo reducido y cuenta con un perfil que permite la inserción del hilo de contacto en una ranura.
- El hilo de contacto, elemento fundamental de la catenaria, es el cable que frota con el pantógrafo y suministra la energía al vehículo.
- Péndolas son los cables que mantienen el hilo de contacto a una determinada distancia del plano de rodamiento para asegurar su correcto contacto con el pantógrafo.
- Sustentador es el cable que soporta el peso del sistema formado por el hilo de contacto y las péndolas.
- Postes son los elementos encargados de soportar todo el sistema de la catenaria, fijados al suelo por cimentaciones de hormigón.
- Aisladores son elementos de porcelana, cristal, resinas, silicona o compuestos de varios materiales, sujetos por herrajes que aíslan los cables conductores desnudos.
- Ménsula es el elemento que se apoya en el poste y permite situar la catenaria en su posición adecuada. Son de dos grandes tipos, de celosía o tubulares.
- Pórticos son sistemas de sustentación de las catenarias de varias vías que unen con una viga o cable, de nombre rígido y funicular, respectivamente, los extremos superiores de los postes a ambos lados de la vía. Se montan cuando el espacio es insuficiente para montar cada catenaria de forma independiente.

## ■ Corredor Mediterráneo

En el Corredor Mediterráneo la implantación del ancho estándar en los subtramos Valencia Nord-Sagunto y Sagunto-Castellón, del tramo Cas-



CONZALO RUBIO

Pórtico funicular (O'Donnell).

tellbisbal-Murcia, tiene sus implicaciones en la electrificación.

El proyecto modifica las vías generales y estaciones para permitir el tráfico con ancho mixto, es decir, permitir el paso de trenes con ancho ibérico y ancho UIC, manteniendo el sistema de electrificación actual a una tensión de 3.000 voltios de tensión de alimentación.

La implantación de vías con ancho mixto implica una modificación tanto de tipología como de ubicación de los aparatos de vía, que serán de tipo especial para poder dar paso a trenes con ambos anchos. Estos cambios en la topología de las vías y la posición y la tipología de los nuevos aparatos de vía implican una modificación en la electrificación.

Pero el electrificar vías con ancho mixto implica también la implantación de una geometría singular de la catenaria cuyas características difieren de una línea de contacto tipo CA-160 o CA-220 tradicional.

Así se genera una geometría, distribución de vanos y definición de agujas aéreas especial que debe ser compatible con la explotación en anchos estándar e ibérico, lo cual deriva en muchas actuaciones a lo largo de la línea especialmente en los puntos siguientes:

Así se ha de modificar alineaciones en recta y curva, seccionamientos, agujas y travesías, a lo que se une, en algunos casos, un grado elevado de obsolescencia de la instalación con pórticos funiculares y catenarias sin compensar en parte de los tramos y estaciones, que plantean la necesidad de una renovación importante de las instalaciones de electrificación de tracción existentes.

Las actuaciones en catenaria en ejecución entre Valencia y Castellón tienen diferente alcance dependiendo del tramo. Entre Valencia Joaquín Sorolla y el túnel del Cabañal y entre Moncófar y Castellón



Subestación antigua en la línea Palencia-La Coruña (La Granja).

GONZALO RUBIO



Sustitución de pórticos rígidos tipo Norte en la estación de Navalperal por nuevos pórticos rígidos.

GONZALO RUBIO

se ha proyectado un nuevo tipo de catenaria híbrida, diseñada para permitir circulaciones de trenes a 200 km/h en ambos anchos, alimentadas en 3kV corriente continua, pero con aisladores de 25 kV y ménsulas tubulares tipo alta velocidad que facilitarán, en un futuro, su transformación a un sistema de electrificación 2 por 25 kV.

Entre el túnel del Cabañal y Sagunto se ha realizado una adaptación de la catenaria existente

tipo CRU-220, para permitir las circulaciones por los dos anchos, Ibérico y estándar. Esta adaptación ha consistido principalmente en el reajuste de los descentramientos, tanto en trayecto como en seccionamientos y agujas aéreas.

Por último entre Sagunto y Moncófar se ha realizado también una adaptación de la catenaria existente tipo CA-220, para permitir las circulaciones por los anchos Ibérico y estándar. A. R. ■

### Distintas tipologías de catenaria en la red española



TIPO MAS



CRI20



CR 140



CATENARIA 1500 V



CAT 160



CA 220



CRT 200



CRU200



CA160 MENSULA TUBULAR

ARCHIVO EUSKOTRE/MUSEO VASCO DEL FERROCARRIL



Los tranvías protagonizaron los inicios de la tracción eléctrica. En la imagen, la primera línea electrificada en España, entre Bilbao y Santurtzi.

## La electrificación de los ferrocarriles de vía estrecha

Los ferrocarriles de vía estrecha protagonizaron buena parte del desarrollo de la tracción eléctrica en España desde comienzos del siglo XX hasta la Guerra Civil. De vía estrecha fueron las primeras líneas electrificadas y de hecho, cuando se puso en servicio la primera aplicación de esta tecnología en la red de vía ancha, en el año 1911, ya estaban en tensión más de 100 kilómetros de ferrocarriles ancho inferior al normal español, mientras que en vísperas del conflicto bélico, el 65% de las líneas bajo catenaria existentes en España correspondían a las líneas de ancho inferior al normal.

### El papel pionero de la vía estrecha

Si no se tiene en consideración a los tranvías urbanos, la primera electrificación de nuestro país corresponde a un modesto ferrocarril industrial, establecido con un ancho de vía de 600 mm, que daba servicio a la azucarera de La Poveda (Madrid). Inaugurado en noviembre del año 1900, esta experiencia pionera fue efímera, ya que hacia 1904 las locomotoras eléctricas fueron sustituidas por otras de vapor.

En cuanto a los ferrocarriles de servicio público, la primera línea electrificada entró en servicio el 8

de junio de 1902 en San Sebastián. Esta modesta línea, de vía métrica, enlazaba el barrio de Ategorrieta con el Monte Ulía, en un espectacular recorrido de 3,5 kilómetros de longitud. Un año más tarde, el 2 de agosto de 1903, se inauguró en la capital guipuzcoana un nuevo ferrocarril eléctrico que recorría 12 kilómetros hasta llegar a Hernani. Parcialmente clausurado en 1958, todavía se conserva en activo la sección comprendida entre la donostiarra estación de Amara y el

de junio de 1902 en San Sebastián. Esta modesta línea, de vía métrica, enlazaba el barrio de Ategorrieta con el Monte Ulía, en un espectacular recorrido de 3,5 kilómetros de longitud. Un año más tarde, el 2 de agosto de 1903, se inauguró en la capital guipuzcoana un nuevo ferrocarril eléctrico que recorría 12 kilómetros hasta llegar a Hernani. Parcialmente clausurado en 1958, todavía se conserva en activo la sección comprendida entre la donostiarra estación de Amara y el